10.º / 11.º

BIOLOGIA E GEOLOGIA

Questões de Exames Nacionais
e de Testes Intermédios (2008-2018)
com Suporte Teórico e Resoluções

// **EDIÇÃO 2018/2019**
Com Resoluções e Explicação das
Respostas aos Itens de Escolha Múltipla

Índice

GEOLOGIA

Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos

1. Ordene as letras de **A** a **E** de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com os processos de formação de rochas sedimentares detríticas.
A. Meteorização
B. Diagénese
C. Deposição
D. Erosão
E. Transporte

2. Os arenitos formam-se a partir das areias, devido a processos de
(A) erosão seguidos de transporte.
(B) compactação seguidos de cimentação.
(C) meteorização seguidos de desidratação.
(D) recristalização seguidos de sedimentação.

3. Associar a extinção no final da Era paleozoica ao impacto de um meteorito ou a episódios vulcânicos de grandes dimensões é contrariar o ____, de acordo com o qual as mudanças geológicas da história da Terra terão sido ____.
(A) uniformitarismo [...] lentas e graduais
(B) uniformitarismo [...] rápidas e pontuais
(C) catastrofismo [...] lentas e graduais
(D) catastrofismo [...] rápidas e pontuais

4. Há cerca de 400 M.a., no Devónico, surgiu a camada de ozono, que permitiu o desenvolvimento da vida em ambientes terrestres. Explique as interações Biosfera ↔ Atmosfera ↔ Biosfera, tendo em conta a origem da camada de ozono e a expansão da vida em meio terrestre.

5. Considere os seguintes dados:

- a água líquida a baixa temperatura retém maior quantidade de oxigénio dissolvido do que a água líquida a temperaturas mais elevadas;
- a maior concentração de organismos vivos do mundo (por volume) ocorre ao longo da costa da Antártida.

Explique, tendo em conta os dados fornecidos, em que medida o efeito dos glaciares da Antártida exemplifica uma interação entre o subsistema hidrosfera e o subsistema biosfera.

Tema II - A Terra, um planeta muito especial

1. A rotação da massa de gás e de poeira fina que terá estado na origem do Sistema Solar é apoiada pelo facto de nele existirem planetas
(A) com movimento de rotação em sentido contrário ao de translação.
(B) que apresentam a mesma composição química.
(C) que efetuam o movimento de translação no mesmo sentido.
(D) cuja temperatura interna varia de acordo com a sua distância relativamente ao Sol.

2. A Lua é um satélite natural que apresenta
(A) uma atmosfera densa onde predomina o dióxido de carbono.
(B) crateras de impacto distribuídas uniformemente na crosta.
(C) predominância de rochas magmáticas em toda a sua superfície.
(D) idêntica composição litológica em toda a sua superfície.

2. Ordene as letras de **A** a **E** de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos que, de acordo com a Hipótese Nebular, explicam a origem e formação do Sistema Solar.
A. Acreção de pequenos fragmentos rochosos.
B. Formação de uma atmosfera primitiva.
C. Ascensão de materiais menos densos à superfície dos planetas.
D. Rotação de uma nébula de poeiras e gás.
E. Crescimento rápido dos planetas, a partir de planetesimais.

3. É possível determinar a idade de formação do Sistema Solar recorrendo a métodos de datação absoluta. Serão condições necessárias para que uma dada rocha possa ser utilizada com este fim: a rocha ser oriunda de um astro do Sistema Solar onde ______ atividade geológica interna e a amostra não ter sido alvo de _______ posterior.
(A) não se tenha verificado [...] contaminação
(B) não se tenha verificado [...] alteração física
(C) se tenha verificado [...] contaminação
(D) se tenha verificado [...] alteração física

4. O sistema isotópico Hf-W (háfnio-tungsténio) caracteriza-se por ter um período de semivida de 9 Ma, logo, o tempo necessário para a desintegração de 75% de háfnio é
(A) 36 M.a.
(B) 18 M.a.
(C) 13,5 M.a.
(D) 9 M.a.

5. O isótopo de urânio ^{238}U tem uma semivida de aproximadamente 4500 Ma, por isso, _______ após a formação do granito, ele deverá conter cerca de _______ do teor inicial de ^{238}U.
(A) 2250 Ma ... 25%
(B) 2250 Ma ... 50%
(C) 4500 Ma ... 25%
(D) 4500 Ma ... 50%

6. Classifique como verdadeira **(V)** ou falsa **(F)** cada uma das seguintes afirmações, relativas aos planetas principais do Sistema Solar.
(A) Os planetas formaram-se por acreção de materiais constituintes de uma nébula.
(B) Os planetas exteriores apresentam uma constituição rochosa.
(C) O calor interno de um planeta determina a ocorrência de atividade geológica interna.
(D) Quanto mais afastados do Sol, mais elevado é o ponto de fusão dos materiais constituintes.
(E) A desgaseificação foi um processo importante na formação da atmosfera de planetas telúricos.
(F) A densidade média dos planetas aumenta com a distância ao Sol.
(G) Os planetas rochosos descrevem órbitas mais excêntricas que os planetas gasosos.
(H) A atividade geológica interna de um planeta telúrico depende da sua massa.

7. Faça corresponder, de acordo com as suas propriedades, cada tipo de corpo do Sistema Solar, referido na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Corpo rochoso que se desloca entre as órbitas de Marte e de Júpiter. **(b)** Corpo que resiste à atmosfera terrestre e que pode ser recuperado. **(c)** Corpo que orbita em torno de um planeta principal. **(d)** Corpo sem luz própria, com elevada dimensão e com baixa densidade. **(e)** Corpo diferenciado e com características essencialmente rochosas.	**(1)** Asteroide **(2)** Cometa **(3)** Estrela **(4)** Meteorito **(5)** Planeta gasoso **(6)** Planeta telúrico **(7)** Planetesimal **(8)** Satélite

8. A individualização do núcleo deu-se por um processo de
(A) separação gravítica, que fez acumular no centro do planeta elementos de elevada densidade.
(B) separação gravítica, que fez acumular no centro do planeta elementos de baixa densidade.
(C) contração gravítica, que conduziu à concentração superficial de compostos ferroniquélicos.
(D) contração gravítica, que conduziu à concentração em profundidade de compostos siliciosos.

9. A superfície lunar apresenta um aspeto característico, devido às inúmeras crateras resultantes dos choques de meteoritos, ocorridos desde há milhares de milhões de anos.
Justifique, tendo em conta as características atuais da Lua, a preservação, até aos nossos dias, das crateras de impacto mais antigas.

10. A atual massa da Terra resultou de um ganho de matéria por acreção. A atmosfera atual evoluiu por perda de gases menos densos (hélio e hidrogénio) para o espaço extraterrestre.
Justifique, tendo em conta as afirmações anteriores e os critérios de classificação dos sistemas, a atual classificação do planeta Terra como sistema fechado.

11. Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir uma possível sequência cronológica de acontecimentos relacionados com uma queda meteorítica na superfície da Terra.
A. Vaporização de matéria na superfície de um meteoro.
B. Fragmentação de um corpo em órbita na cintura de asteroides.
C. Interação de um meteoroide com o campo gravítico da Terra.
D. Interação de um corpo celeste com a atmosfera terrestre.
E. Formação de uma cratera por embate de um meteorito.

12. Identifique a face da Lua na qual é mais intenso o impacto meteorítico.
Justifique a sua resposta, tendo em conta as dimensões relativas da Terra e da Lua e o facto de este satélite apresentar períodos de translação e de rotação iguais.

13. À medida que os astrofísicos vão anunciando a descoberta de mais planetas, aumentam as esperanças de encontrar outros locais onde possa existir vida. Um planeta habitável terá de possuir, com base no tipo de vida que hoje conhecemos, as condições físicas e químicas para ter água líquida na sua superfície.
Na Figura 1, estão parcialmente representados, num diagrama «massa da estrela» *vs* «distância à estrela», três sistemas planetários: o sistema solar (em cima), o sistema da estrela HD 85512 (uma estrela mais pequena e mais fria do que o sol) e o sistema da estrela Gliese 581 (uma estrela anã vermelha). A escala usada para representar as dimensões relativas das estrelas é diferente da escala usada para representar as dimensões relativas dos planetas. A faixa cinzenta representa a região onde poderão ser encontrados planetas cujas temperaturas superficiais sejam adequadas à existência de água líquida – «zona habitável».

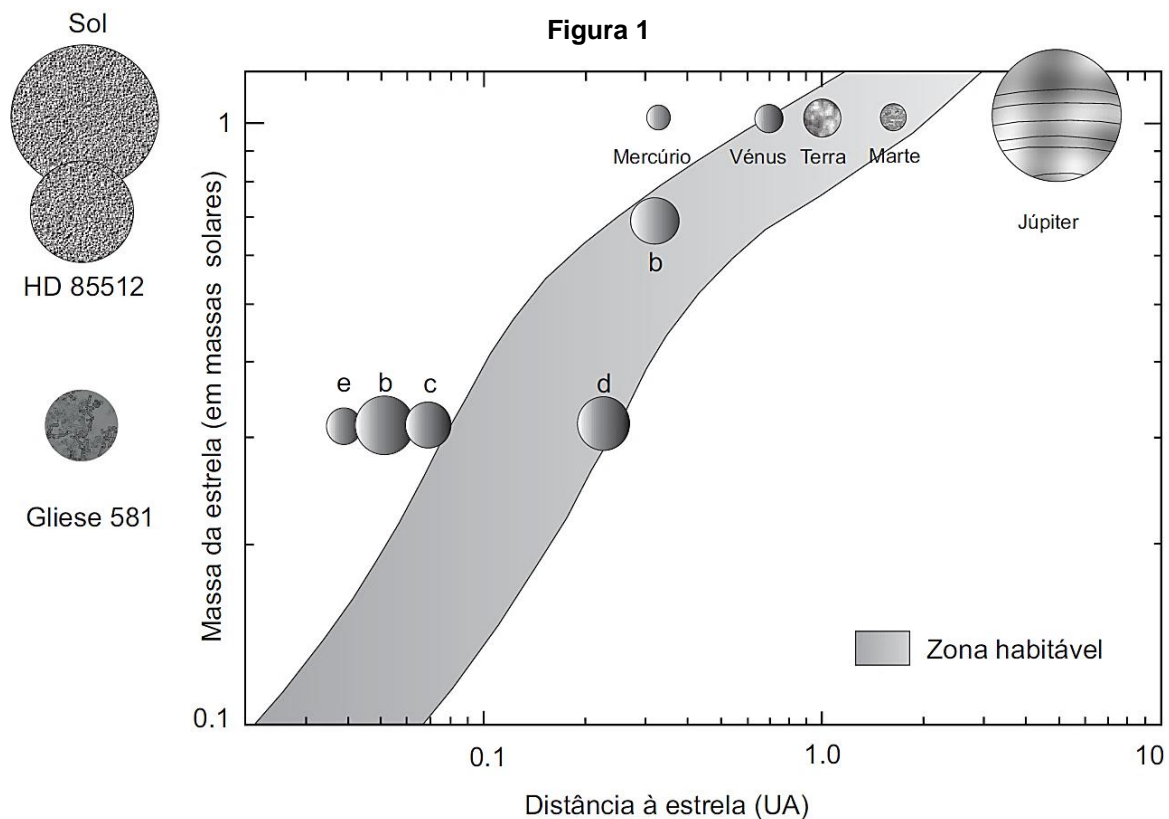



Figura 1

13.1. A análise da Figura 1 permite afirmar que a «zona habitável», referida no texto, depende da relação entre
(A) a massa dos planetas e a massa da estrela.
(B) a densidade da estrela e o diâmetro do sistema planetário.
(C) a energia irradiada pela estrela e a distância do planeta à estrela.
(D) a temperatura da estrela e a densidade dos planetas.

13.2. Júpiter e Mercúrio não se incluem na «zona habitável» porque
(A) Júpiter apresenta um pequeno núcleo rochoso e Mercúrio não tem atmosfera.
(B) Júpiter está muito afastado da sua estrela e em Mercúrio a água superficial evaporaria.
(C) Júpiter tem temperaturas superficiais negativas e em Mercúrio a força gravítica é elevada.
(D) Júpiter é essencialmente gasoso e em Mercúrio a erosão é negligenciável.

13.3. Ordene as frases identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com a origem e com a evolução da Terra.
A. Formação de uma atmosfera com ozono.
B. Crescimento rápido do planeta, a partir de planetesimais.
C. Aparecimento dos primeiros seres autotróficos.
D. Fusão inicial de materiais no interior do planeta.
E. Migração gravítica de materiais, essencialmente de acordo com a sua densidade.

13.4. Uma equipa de cientistas da Universidade de Aberdeen, Escócia, desenvolveu um simulador que permite identificar planetas, superficialmente gelados, que possam ter reservatórios de água subterrânea, onde seja provável o desenvolvimento de formas de vida, o que, a verificar-se, alteraria o conceito atual de «zona habitável».
Explique em que medida a dinâmica interna, em planetas superficialmente gelados, poderá permitir a existência de vida nos referidos reservatórios de água.

13.5. A maioria das rochas recolhidas na crosta lunar e trazidas para a Terra aquando das diversas missões espaciais tem idades compreendidas entre 3,16 M.a. e 4,5 M.a., muito superiores às idades apresentadas pela maioria das rochas que constitui atualmente a crosta terrestre.
Justifique as diferenças significativas de idade entre as rochas da crosta lunar e as rochas da crosta terrestre, tendo em conta as características de dinâmica interna da Lua e da Terra.

14. A Lua, satélite natural da Terra, apresenta morfologia irregular, alternando regiões montanhosas muito acidentadas com regiões baixas e muito planas. Como a Lua não possui atmosfera, qualquer substância na sua superfície está diretamente exposta ao vácuo. A temperatura lunar varia, ao nível do solo, entre 130 °C, nas condições de insolação máxima, e –200 °C, nas condições de insolação mínima.
No entanto, a Lua não é o planeta «seco» que se imaginava que fosse, e a possível origem da água lunar tem alimentado diversas pesquisas científicas.
Alguns cientistas defendem que a Lua se formou pela fusão e pelo posterior arrefecimento de fragmentos resultantes da colisão de um corpo espacial com a Terra, há cerca de 4,5 mil milhões de anos. Ter-se-á, então, formado na Lua um «mar» de magma, onde haveria água, podendo parte desta ter ficado retida nos minerais em cristalização.
A partir de dados recolhidos pela missão *Lunar Prospector* (1998), a NASA anunciou a existência de água gelada quer no polo sul, quer no polo norte. No início, o gelo parecia estar dispersamente misturado com o rególito lunar (rochas superficiais, solo e poeira) em baixas concentrações (0,3% a 1%). Todavia, os últimos resultados mostram que a água, sob a forma de gelo, está concentrada em áreas localizadas no subsolo, em latitudes elevadas. Estes dados parecem indicar que o gelo lunar terá tido origem em cometas e em meteoritos que continuamente atingiram a Lua nos primeiros momentos da sua formação.
A existência de água na Lua poderá tornar possível a instalação de células de combustível neste planeta. As células de combustível são dispositivos eletroquímicos que transformam continuamente energia química em energia elétrica, utilizando o hidrogénio. A descoberta de água lunar pode funcionar como impulsionadora de novas explorações espaciais, tanto mais que as naves espaciais utilizam cerca de 85% do seu combustível para saírem da influência da gravidade da Terra.

14.1. De acordo com os dados recolhidos pela missão *Lunar Prospector*, a água encontrada no subsolo lunar tem uma origem fundamentalmente
(A) endógena, que remonta à fase de diferenciação.
(B) endógena, que remonta à fase de acreção.
(C) exógena, que remonta à fase de acreção.
(D) exógena, que remonta à fase de diferenciação.

14.2. Os últimos dados relativos à descoberta de gelo lunar pela missão *Lunar Prospector* foram obtidos a partir da observação de
(A) crateras profundas não iluminadas pelo Sol, onde a temperatura é muito baixa.
(B) rochas de cor clara, onde a reflexão da luz solar é muito intensa.
(C) rochas superficiais densas, onde a gravidade permite a retenção do gelo.
(D) crateras superficiais, onde se acumula poeira de origem meteorítica.

14.3. As afirmações seguintes dizem respeito a crateras lunares.
1. Algumas crateras lunares foram preenchidas por materiais de origem vulcânica.
2. As crateras dos continentes lunares estão sujeitas a intensa erosão.
3. As crateras observadas na Lua estão associadas ao impacto de meteoritos.
(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(C) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.
(D) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.

14.4. Na Lua, a atividade geológica
(A) externa é promovida pela existência de água.
(B) externa é evidenciada por crateras de impacto.
(C) interna é favorecida por correntes de convecção.
(D) interna atual é evidenciada por escoadas lávicas.

14.5. A Terra é um planeta telúrico, pois
(A) é interior à cintura de asteroides.
(B) apresenta baixa densidade.
(C) é um planeta de reduzidas dimensões.
(D) apresenta crusta silicatada.

14.6. A idade de formação do sistema solar pode ser estimada, por datação radiométrica, a partir de amostras de
(A) meteoritos que evidenciam a ocorrência de atividade geológica interna nos asteroides que lhes deram origem.
(B) meteoritos que evidenciam a inexistência de diferenciação nos asteroides que lhes deram origem.
(C) rochas ígneas lunares, recolhidas em crateras de impacto de cometas.
(D) rochas metamórficas lunares, recolhidas em crateras de impacto de cometas.

14.7. O estudo dos cometas contribui para a compreensão da formação e da evolução do sistema solar, porque aqueles corpos
(A) resultam da fragmentação de planetas primitivos.
(B) apresentam órbitas excêntricas à volta do Sol.
(C) têm uma constituição semelhante à da nébula primitiva.
(D) são constituídos essencialmente por gelo e rochas.

14.8. Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos que, segundo a teoria da nébula solar, terão ocorrido no processo de formação do sistema solar.
A. Génese do protossol, em consequência de reações termonucleares.
B. Formação de protoplanetas, por fenómenos de acreção.
C. Contração gravítica da nébula de gases e poeiras, por efeito da força gravitacional.
D. Organização interna dos planetas, resultante de diferenciação.
E. Aglutinação de planetesimais, por ação da gravidade.

14.9. Explique de que modo a recente descoberta de água na Lua poderá ser vantajosa em futuros programas de exploração espacial.

15. Os condritos são meteoritos considerados relíquias dos estados iniciais da formação do sistema solar, pois provêm de asteroides que não sofreram diferenciação. Alguns destes meteoritos, os condritos carbonáceos, contêm uma quantidade significativa de compostos orgânicos.
Os condritos apresentam uma textura formada por estruturas esféricas, os côndrulos, inexistentes nas rochas terrestres. Estas estruturas são constituídas por silicatos, como as olivinas e as piroxenas, e estão dispersas numa matriz. Esta matriz, além destes minerais, inclui outros, resultantes da interação da água, proveniente da fusão do gelo, com os minerais originais ou de processos de metamorfismo de impacto, ocorridos durante a fase de acreção dos asteroides.
O meteorito de Murchison, recolhido logo após a sua queda na Austrália em 1969, é um condrito carbonáceo com idade estimada de 4650 milhões de anos (Ma). Neste meteorito, os investigadores identificaram compostos orgânicos inexistentes na Terra, ricos no isótopo pesado de carbono ^{13}C, que se forma principalmente no espaço. Para investigar a origem extraterrestre dos compostos orgânicos é habitualmente utilizada a razão $^{13}C/^{12}C$.

15.1. Amostras de solo, de dimensões idênticas às do meteorito de Murchison, recolhidas em torno do local da queda apresentavam uma
(A) razão $^{13}C/^{12}C$ igual à do meteorito.
(B) razão $^{13}C/^{12}C$ inferior à do meteorito.
(C) quantidade do isótopo ^{13}C maior do que a do meteorito.
(D) quantidade do isótopo ^{13}C igual à do meteorito.

15.2. Considere as seguintes afirmações, referentes a diferentes corpos do sistema solar.
1. Os condritos têm sido estudados do ponto de vista petrográfico e químico.
2. Os asteroides são constituídos essencialmente por gelo e por gases.
3. Os cometas apresentam órbitas concêntricas, em torno do Sol.
(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

15.3. A idade do sistema solar pode ser estimada por datação radiométrica
(A) das rochas lunares recolhidas nas crateras de impacto de meteoritos.
(B) de meteoritos com origem em asteroides que sofreram diferenciação.
(C) de condritos, independentemente de possuírem compostos orgânicos.
(D) das rochas mais antigas que constituem os cratões do planeta Terra.

15.4. A Lua é um satélite que apresenta

(A) *mares* lunares onde predominam rochas básicas.

(B) uma atmosfera densa constituída por nitrogénio.

(C) predominância de rochas metamórficas na crosta.

(D) a superfície coberta por sedimentos consolidados.

15.5. Os planetas telúricos apresentam uma constituição essencialmente _______, e os planetas gigantes têm _______ densidade.

(A) rochosa … elevada

(B) rochosa … baixa

(C) gasosa … elevada

(D) gasosa … baixa

16. De forma a contribuir para a avaliação do potencial de utilização da vegetação aquática característica de zonas ricas em urânio na bioindicação de contaminações de urânio e/ou na fitorremediação (utilização de plantas para a remoção de contaminantes) de águas contaminadas com este metal, uma equipa de investigadores analisou 71 espécies de plantas aquáticas de uma vasta área, correspondente à região uranífera das Beiras.

Os jazigos uraníferos da área estudada localizam-se em granitos e nas zonas envolventes. Grande parte destes jazigos foi objeto de exploração, tendo sido privilegiado o processo de lixiviação, como principal método de beneficiação do minério.

A amostragem foi realizada praticamente em toda a área da província uranífera. Os pontos de amostragem foram estabelecidos em cursos de água, nos locais onde foi possível observar a ocorrência de espécies aquáticas. Nestes locais, foram colhidas tanto amostras de água como de plantas aquáticas flutuantes ou enraizadas. Toda a amostragem incluiu 185 locais, tendo sido identificadas 71 espécies, pertencentes a 41 famílias diferentes.

Para a análise do teor de urânio as águas foram filtradas e acidificadas. As plantas foram lavadas, primeiro em água corrente e depois em água destilada, para remover qualquer resíduo de solo ou outras impurezas, e posteriormente foram secas em estufa a 60 °C e moídas para a análise química.

Na Tabela 1 apresenta-se um sumário dos resultados analíticos das amostras de águas, estando as concentrações de urânio expressas em µg/l.

Na Tabela 2 apresenta-se um sumário dos resultados analíticos das amostras das plantas mais representativas da área estudada, estando as concentrações de urânio expressas em mg/kg de peso seco.

Tabela 1

	Média	Máximo	Mínimo
Linhas de água fora da influência das minas (n = 170)	1,76	9,39	0,23
Linhas de água sob a influência das drenagens das minas (n = 15)	139,4	1220,4	11,32

n = número de amostras

Tabela 2

Espécie	*n*	Média
Callitriche stagnalis	131	34,51
Callitriche brutia	43	4,03
Callitriche lusitanica	21	4,56
Ranunculus trichophyllus	64	4,95
Ranunculus peltatus	5	5,11
Potamogeton natans	11	15,33
Spirodella polyrizha	5	4,10
Apium nodiflorum	31	4,17

16.1. Os resultados da investigação apresentada permitem concluir que a concentração de urânio é

(A) maior nas linhas de água mais próximas dos granitos.

(B) menor nas linhas de água mais próximas dos granitos.

(C) maior nas linhas de água sujeitas à influência da drenagem das minas.

(D) menor nas linhas de água sujeitas à influência da drenagem das minas.

16.2. O objetivo da investigação descrita foi avaliar

(A) a concentração média de urânio no conjunto das plantas aquáticas da região.

(B) o efeito das minas nas águas subterrâneas da zona de exploração dos jazigos uraníferos.

(C) o impacte do processo de lixiviação como principal método de beneficiação do minério.

(D) a relação entre as concentrações de urânio na vegetação aquática e na água.

16.3. Para um mesmo isótopo radioativo, quando se comparam granitos mais antigos com granitos mais recentes, espera-se que

(A) o período de semivida do isótopo-pai seja menor nos granitos mais recentes.

(B) a razão isótopo-pai / isótopo-filho seja maior nos granitos mais antigos.

(C) o período de semivida do isótopo-pai seja maior nos granitos mais recentes.

(D) a razão isótopo-pai / isótopo-filho seja menor nos granitos mais antigos.

16.4. Numa zona onde ocorre a colisão de uma placa oceânica com uma placa continental, a morfologia do fundo oceânico resultante é uma
(A) depressão muito profunda e alongada.
(B) área extensa, com declives muito suaves.
(C) zona de vale, limitada por falhas normais.
(D) cadeia extensa de montanhas submersas.

16.5. Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de zonas da superfície da Terra que se encontram, ao progredir para Oeste, a partir da região uranífera das Beiras.
A. Dorsal oceânica.
B. Planície abissal.
C. Plataforma continental.
D. Talude continental.
E. Zonas continentais emersas.

16.6. Explique, de acordo com os resultados obtidos, de que forma a espécie *Callitriche stagnalis* pode contribuir para a recuperação de ecossistemas aquáticos contaminados com urânio.

Tema III
Compreender a estrutura e a dinâmica da Geosfera

1. Em 1972, numa das missões à Lua, os astronautas da *Apollo 16* detetaram anomalias na órbita de um satélite artificial por eles lançado, acabando este por se despenhar no solo lunar. Mais tarde, o acidente foi explicado pela existência de locais com anomalias gravimétricas positivas em determinadas zonas da superfície lunar, denominadas *mascons*. Estas zonas encontram-se normalmente debaixo de crateras de impacto situadas nos *mares* lunares.

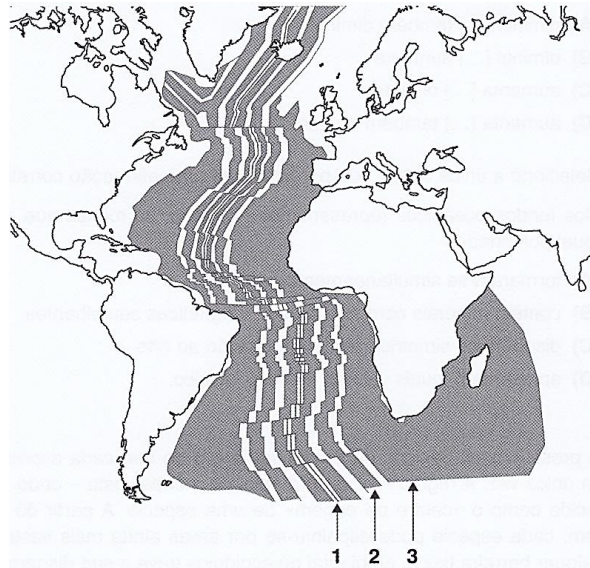
1.1. As anomalias gravimétricas positivas detetadas na Lua evidenciam
(A) uma distribuição homogénea das rochas na crosta.
(B) a existência de regiões onde as rochas são muito densas.
(C) uma dissipação de calor mais intensa nos *mascons*.
(D) a manifestação de forças de gravidade idênticas em toda a crosta.

1.2. A análise das rochas recolhidas na Lua pelas missões espaciais *Apollo* constitui um método ______, que contribui para o conhecimento da estrutura da Terra, tal como os dados fornecidos _______.
(A) direto [...] pela sismologia.
(B) direto [...] pelo vulcanismo.
(C) indireto [...] pela sismologia.
(D) indireto [...] pelo vulcanismo.

2. Em zonas montanhosas estáveis, verificam-se anomalias gravimétricas _____, e o fluxo térmico é ____ que em zonas de rifte.
(A) positivas [...] menor
(B) positivas [...] maior
(C) negativas [...] maior
(D) negativas [...] menor

3. Na Figura 1, encontra-se representado um mapa do oceano Atlântico e os continentes envolventes.
As faixas de igual tonalidade representam zonas onde existem rochas com a mesma polaridade magnética.

Figura 1

1 2 3

3.1. Atualmente, a simetria da polaridade magnética em relação ao rifte das rochas do fundo do oceano Atlântico constitui

(A) um dos mecanismos responsáveis pelos movimentos das placas.
(B) uma hipótese que ainda não foi comprovada experimentalmente.
(C) um argumento a favor da Teoria da Tectónica de Placas.
(D) uma consequência da manutenção da polaridade do campo magnético terrestre.

3.2. A investigação dos fundos oceânicos mostrou que as rochas vulcânicas

(A) existentes nas proximidades das fossas oceânicas são as mais recentes.
(B) recolhidas nas proximidades das zonas de rifte são as mais antigas.
(C) com a mesma idade têm polaridades magnéticas diferentes.
(D) mais recentes apresentam polaridade magnética normal.

3.3. De 3 para 1, a idade das rochas da crosta oceânica _____, e a espessura dos sedimentos que sobre elas se encontram depositados ______.

(A) diminui [...] também diminui
(B) diminui [...] aumenta
(C) aumenta [...] diminui
(D) aumenta [...] também aumenta

3.4. Nos fundos oceânicos representados na figura 1, as rochas que apresentam igual polaridade

(A) formaram-se simultaneamente.
(B) contêm minerais com orientações magnéticas semelhantes.
(C) dispõem-se simetricamente em relação ao rifte.
(D) apresentam iguais valores de fluxo térmico.

3.5. A crusta oceânica apresenta ____ densidade e ____ percentagem de magnésio do que a crusta continental.

(A) menor ... menor
(B) maior ... maior
(C) maior ... menor
(D) menor ... maior

4. Na atividade vulcânica, a _____ com que os gases se libertam de um magma viscoso é responsável pela ocorrência de erupções do tipo _____.

(A) dificuldade [...] explosivo
(B) dificuldade [...] efusivo
(C) facilidade [...] explosivo
(D) facilidade [...] efusivo

5. O magma gerado numa zona de subducção, entre uma placa oceânica e uma placa continental, é menos _______ do que o magma que ascende ao longo dos riftes oceânicos, originando erupções com caráter _______ explosivo.

(A) fluido [...] mais
(B) fluido [...] menos
(C) viscoso [...] mais
(D) viscoso [...] menos

6. A formação de domos ou cúpulas está geralmente associada a lavas
(A) viscosas e ácidas.
(B) viscosas e pouco silicatadas.
(C) fluidas e ricas em gases.
(D) fluidas e de composição basáltica.

7. Cinzas, bagacina e bombas vulcânicas têm necessariamente em comum o facto de
(A) se tornarem mais fluidas durante a sua libertação.
(B) terem sido originadas a partir de lavas alcalinas.
(C) apresentarem formas geralmente angulosas.
(D) serem fragmentos de material ígneo ejetados para o ar.

8. Faça corresponder cada uma das manifestações de vulcanismo, expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Mistura de material piroclástico e gases, muito densa e de elevada temperatura. **(b)** Gases vulcânicos ricos em enxofre, ou em dióxido de carbono, emitidos através de fissuras no terreno. **(c)** Material piroclástico muito fragmentado, de pequenas dimensões. **(d)** Escoada que resulta da erupção submarina de material fluido. **(e)** Escoada de material muito fluido que, ao solidificar, apresenta a superfície encordoada ou lisa.	**(1)** Bomba vulcânica **(2)** Fumarola **(3)** Géiser **(4)** *Lapilli* **(5)** Lava *aa* **(6)** Lava *pahoehoe* **(7)** Nuvem ardente **(8)** *Pillow lava*

9. Faça corresponder cada uma das manifestações vulcânicas, expressas na coluna **A**, à respetiva designação que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Estrutura alongada resultante da consolidação de magma dentro de chaminé vulcânica e sua posterior erosão. **(b)** Forma de relevo resultante da acumulação de materiais expelidos através de condutas secundárias. **(c)** Estrutura arredondada resultante de consolidação de lava viscosa. **(d)** Depressão de colapso localizada sobre a câmara magmática. **(e)** Estrutura típica originada por lavas básicas.	**(1)** Agulha **(2)** Bolsada magmática **(3)** Caldeira **(4)** Cone adventício **(5)** Domo vulcânico **(6)** Escoada **(7)** Géiser **(8)** Nuvem ardente

10. A atividade vulcânica tem impactes nos subsistemas terrestres, alguns dos quais podem constituir benefícios para o Homem.
Considerando unicamente o subsistema geosfera, relacione três aspetos da atividade vulcânica com os benefícios que desta atividade possam resultar para o Homem.

11. Explique de que forma a monitorização de um vulcão, recorrendo aos dados registados por um sismógrafo colocado na região, permite prever uma nova erupção e prevenir a perda de vidas humanas.

12. Em julho de 1991, dois investigadores, Paul Renne e Asish Basu, apresentaram evidências de que a maior extinção de seres vivos na história da Terra, que ocorreu na fronteira entre as eras paleozoica e mesozoica, está relacionada com uma atividade vulcânica maciça na Sibéria. A sua investigação mostra que a atividade vulcânica se iniciou, aproximadamente, há 248,3 milhões de anos e terminou há cerca de 247,5 milhões de anos. O vulcanismo nos planaltos da Sibéria caracterizou-se pela emissão de grande quantidade de lava através de fendas na crosta terrestre, originando escoadas que, ao longo do tempo, se foram sobrepondo. De acordo com Renne e Basu, este episódio vulcânico teve origem numa pluma mantélica, com cerca de 3000 km de profundidade. Durante este episódio de vulcanismo ativo, teriam sido derramados mais de 1,6 milhões de quilómetros cúbicos de lava. Hoje, a região cobre 337 000 km^2 da superfície da Terra.
A descoberta de rochas adequadas para efetuar a datação não foi uma tarefa fácil: as amostras estudadas deveriam ter permanecido inalteradas desde o momento em que se formaram, há cerca de 248 milhões de anos.
Mais recentemente, em 2001, Robert Poreda, juntamente com outros investigadores, apresentou evidências de que um meteorito embateu na Terra há cerca de 251 milhões de anos atrás, provocando alterações climáticas e desencadeando uma atividade vulcânica massiva.

12.1. O processo utilizado por Renne e Basu para datar as rochas do planalto da Sibéria designa-se por datação _____. A aplicação desta técnica a um clasto de uma rocha sedimentar permite determinar a idade ______.

(A) relativa [...] da rocha sedimentar
(B) relativa [...] da rocha-mãe do clasto
(C) radiométrica [...] da rocha-mãe do clasto
(D) radiométrica [...] da rocha sedimentar

12.2. A atividade vulcânica que originou o planalto na Sibéria teve um caráter essencialmente ______ e esteve associada a lavas com ______ teor em sílica.

(A) explosivo [...] elevado
(B) explosivo [...] baixo
(C) efusivo [...] elevado
(D) efusivo [...] baixo

12.3. As rochas que constituem, maioritariamente, a crosta continental têm uma densidade média _______ à das rochas vulcânicas que constituem o planalto da Sibéria. Assim, é de prever que, na região do planalto da Sibéria, os valores da aceleração gravítica sejam _______ relativamente às zonas envolventes.

(A) superior [...] superiores
(B) superior [...] inferiores
(C) inferior [...] superiores
(D) inferior [...] inferiores

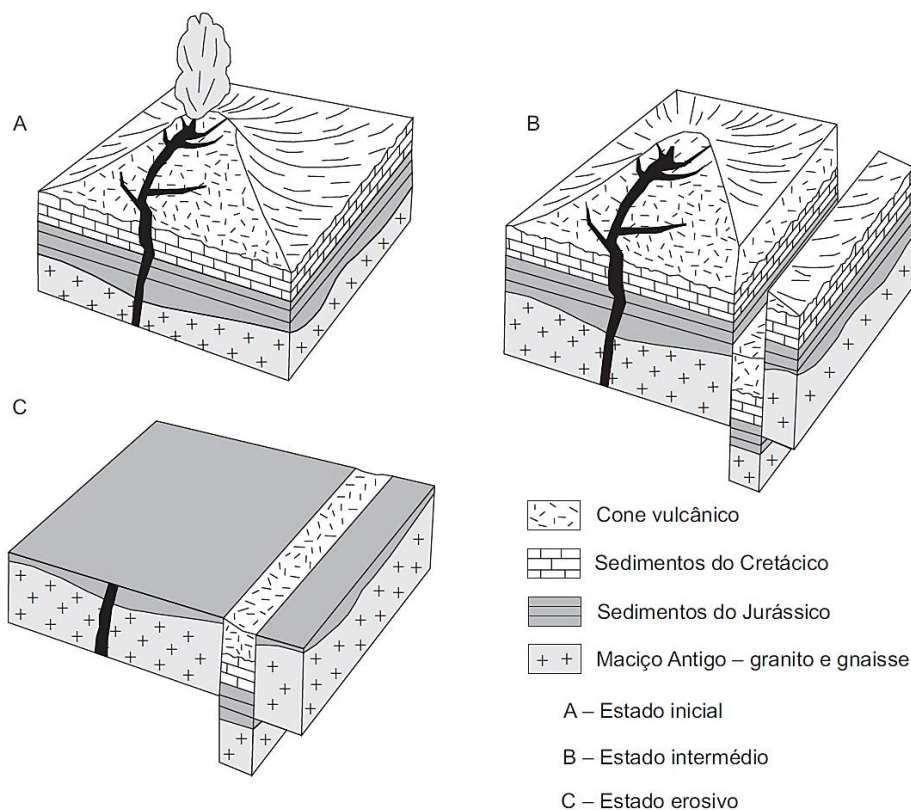
12.4. Apresente uma explicação para o facto de não ter sido uma tarefa fácil para os investigadores a de encontrar rochas inalteradas com cerca de 248 milhões de anos.
Na resposta, devem ser utilizados os seguintes conceitos: ciclo das rochas, tempo geológico.

13. Na pequena península rochosa da Papoa, região de Peniche, surge um afloramento que evidencia a ocorrência de atividade vulcânica.
Este afloramento é constituído por brechas vulcânicas, de matriz fina e muito meteorizada, contendo numerosos fragmentos de rochas das paredes de uma chaminé vulcânica – calcários, arenitos, granitos e gnaisses – que terá sido invadida pela água do mar durante, pelo menos, alguns dos períodos em que ocorreu a atividade vulcânica. Associado às brechas descritas, surge um outro tipo de material, de granularidade mais fina e também muito meteorizado, correspondendo a um tufo vulcânico, constituído por uma mistura de cinzas, bagacina e bombas vulcânicas. Algumas das bombas vulcânicas apresentam núcleos de outras rochas, como, por exemplo, granitos e calcários.
Supõe-se que o reservatório do magma, provavelmente basáltico, que alimentou a erupção se situava bastante abaixo da cobertura sedimentar da península de Peniche, dado que não se registam manifestações de metamorfismo térmico nas camadas de calcários que ali ocorrem. De acordo com alguns autores, o afloramento do tufo-brecha da Papoa será o testemunho do colapso de parte de um cone vulcânico, ao longo de duas falhas paralelas. A Figura 2 (de A a C) traduz um esquema interpretativo da evolução da região onde aflora o tufo-brecha da Papoa.

Figura 2

A
B
C

Cone vulcânico
Sedimentos do Cretácico
Sedimentos do Jurássico
Maciço Antigo – granito e gnaisse

A – Estado inicial
B – Estado intermédio
C – Estado erosivo

13.1. O tipo de magma que, de acordo com os dados, provavelmente alimentou a atividade vulcânica da Papoa apresenta, relativamente a uma lava ácida,

(A) um maior teor de sílica.

(B) uma maior dificuldade em libertar a fração volátil.

(C) um maior teor de minerais ferromagnesianos.

(D) uma maior viscosidade.

13.2. De acordo com os dados fornecidos, as camadas de calcários presentes na Papoa não evidenciam sinais claros de metamorfismo, pois

(A) a profundidade do reservatório magmático impediu a meteorização dos calcários.

(B) as temperaturas atingidas não foram suficientes para recristalizar os calcários.

(C) a profundidade do reservatório magmático limitou as tensões que atuaram nos calcários.

(D) as temperaturas atingidas não foram suficientes para fundir os calcários.

13.3. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência correta dos processos geológicos relacionados com a formação e a preservação do tufo-brecha da Papoa, de acordo com os dados fornecidos.

A. Erosão de sedimentos do Cretácico e de grande parte do cone vulcânico.

B. Abatimento de um bloco ao longo de falhas paralelas.

C. Formação do tufo-brecha da Papoa.

D. Formação do Maciço Antigo.

E. Formação de sedimentos do Jurássico.

13.4. Explique em que medida os dados apresentados permitem inferir o carácter explosivo da atividade vulcânica da Papoa.

Na resposta, deverá considerar os materiais expelidos e o papel da água durante a atividade vulcânica.

14. O vulcão Tambora situa-se, em contexto de subdução, na Indonésia. Em 1815, a erupção deste vulcão teve um grande impacto no clima terrestre, tendo o ano de 1816 ficado conhecido como o «ano sem verão». Atualmente, porém, sabe-se que as cinzas vulcânicas têm um papel negligenciável no arrefecimento da superfície terrestre, uma vez que não permanecem na atmosfera tempo suficiente para bloquear a radiação solar. No caso do Tambora, o magma que alimentou a erupção era muito rico em enxofre, tendo sido ejetadas cerca de 85 milhões de toneladas de dióxido de enxofre (SO_2) para a atmosfera.

Na estratosfera, o dióxido de enxofre e o vapor de água ejetados produzem ácido sulfúrico (H_2SO_4), que forma uma nuvem de partículas submicroscópicas (aerossol) que permanece na estratosfera durante alguns anos, absorvendo parte da radiação solar. A produção de dióxido de enxofre de origem antropogénica atinge 130 milhões de toneladas anuais, mas tanto os gases emitidos pelas fontes antropogénicas, como os gases emitidos pelas pequenas erupções permanecem na troposfera.

A Figura 3 ilustra a emissão de materiais para a estratosfera e para a troposfera.

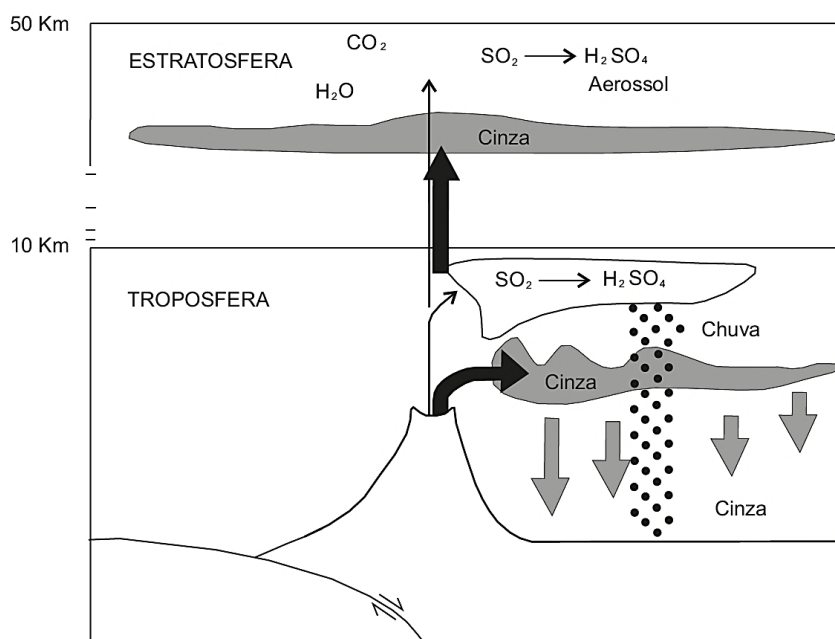



Figura 3

14.1. Em 1815, a erupção do vulcão Tambora foi essencialmente
(A) efusiva, característica de lavas pobres em sílica.
(B) efusiva, característica de lavas ricas em sílica.
(C) explosiva, característica de lavas pobres em sílica.
(D) explosiva, característica de lavas ricas em sílica.

14.2. A atividade vulcânica que ocorreu em Tambora foi
(A) sustentada por um magma com baixa percentagem de elementos voláteis.
(B) consequência da movimentação horizontal de duas placas litosféricas em limites conservativos.
(C) sustentada por um magma que resultou da fusão de materiais na presença de água.
(D) consequência da divergência de duas placas de diferente densidade.

14.3. Explique a razão de apenas grandes erupções vulcânicas, como a que se verificou em Tambora, poderem causar períodos de arrefecimento global.

15. A ilha de Santa Maria situa-se na extremidade sudeste da plataforma do arquipélago dos Açores, incluída no grupo oriental, como se representa na Figura 4A.
Em virtude do forte levantamento sofrido pela ilha desde finais do Pliocénico, aproximadamente há 2 milhões de anos, Santa Maria é a única ilha dos Açores onde se encontram expostas importantes sequências estratigráficas de rochas sedimentares, frequentemente fossilíferas, intercaladas nas séries vulcânicas, como se representa na Figura 4B.
A ilha, de natureza vulcânica, emergiu no Miocénico, há aproximadamente 10 a 8 milhões de anos. A atividade vulcânica estendeu-se até ao Pliocénico, com fases alternadamente subaéreas e submarinas, efusivas e explosivas, e terá parado após os episódios em que grandes quantidades de piroclastos (*lapilli* e cinzas) foram expelidas por três pequenos cones vulcânicos, localizados no centro da ilha. Estes materiais de projeção estão transformados em campos de argilas vermelhas, tendo ocorrido esta alteração num paleoclima mais quente e húmido do que o atual.

Figura 4A

Figura 5A – Mapa geotectónico dos Açores.

N

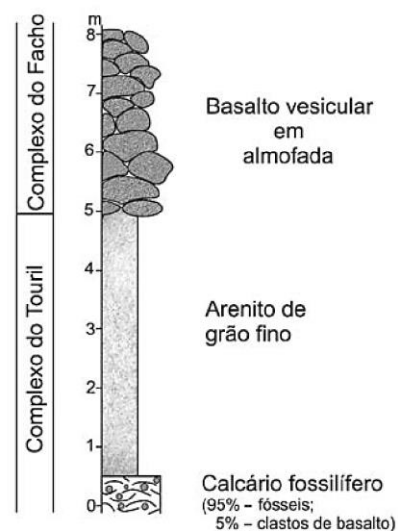



Figura 4B

15.1. O enquadramento tectónico da ilha de Santa Maria, representado na Figura 4A, permite inferir que
(A) a sua localização, a sudeste da plataforma do arquipélago, a torna numa ilha assísmica.
(B) na zona do Pico Alto, no centro da ilha, continua a construir-se nova crosta oceânica.
(C) as rochas com conteúdo fossilífero são contemporâneas dos períodos de atividade vulcânica efusiva.
(D) a atividade vulcânica parou, devido ao seu afastamento do rifte da Terceira e do rifte médio-atlântico.

15.2. A atividade vulcânica da ilha de Santa Maria terá parado após episódios de vulcanismo ________, tendo a argila vermelha resultado da _______ dos materiais de origem vulcânica.
(A) explosivo [...] meteorização
(B) efusivo [...] meteorização
(C) explosivo [...] erosão
(D) efusivo [...] erosão

15.3. Do corte estratigráfico representado na Figura 4B, pode inferir-se que o Complexo do Facho resultou de uma atividade vulcânica ________, correspondendo a uma unidade mais ________ do que o Complexo do Touril.

(A)subaérea [...] antiga

(B)submarina [...] recente

(C)submarina [...] antiga

(D)subaérea [...] recente

16. Faça corresponder cada um dos elementos utilizados em sismologia expressos na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Ponto à superfície, localizado na vertical do foco sísmico. **(b)** Parâmetro que avalia os efeitos de um sismo. **(c)** Ponto a partir do qual ocorre a propagação de energia sísmica. **(d)** Instrumento que regista as vibrações do solo. **(e)** Parâmetro que avalia a energia libertada na origem de um sismo.	**(1)** Amplitude **(2)** Epicentro **(3)** Hipocentro **(4)** Intensidade **(5)** Isossista **(6)** Magnitude **(7)** Sismógrafo **(8)** Sismómetro

17. Considera-se um método direto de investigação do interior da geosfera

(A) a análise da composição mineralógica de meteoritos.

(B) a análise do comportamento das ondas sísmicas em profundidade.

(C) o estudo de fragmentos mantélicos transportados por magmas ascendentes.

(D) o estudo do campo magnético terrestre atual.

18. A análise de alterações na velocidade de propagação das ondas profundas constitui um método de estudo

(A) indireto do interior da Terra, permitindo verificar que a rigidez dos materiais aumenta continuamente com a profundidade.

(B) indireto do interior da Terra, permitindo estabelecer uma diferença de rigidez entre a litosfera e a astenosfera.

(C) direto do interior da Terra, permitindo determinar diferenças na composição dos materiais que constituem a crusta e o manto.

(D) direto do interior da Terra, permitindo determinar diferenças na composição dos materiais que constituem o núcleo externo e o núcleo interno.

19. Quando ocorre um sismo, as estações sismográficas situadas na zona de sombra não registam ondas P diretas, porque estas

(A) foram refratadas ao atravessarem a litosfera.

(B) diminuíram a velocidade ao atingirem a astenosfera.

(C) sofreram refrações ao atingirem o núcleo externo.

(D) aumentaram a velocidade ao atravessarem o manto.

20. Considere as seguintes afirmações, referentes à propagação de ondas sísmicas.

1. As ondas S provocam a vibração das partículas rochosas perpendicularmente à sua direção de propagação.
2. A velocidade de propagação das ondas S tende a aumentar quando os materiais atravessados apresentam menor rigidez.
3. A propagação das ondas S na atmosfera provoca o ruído de fundo ouvido durante a ocorrência de um sismo.

(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.

(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.

(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.

(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

21. Os sismos originam ondas L, que

(A) se deslocam paralelamente ao raio sísmico e se propagam em qualquer meio físico.

(B) provocam movimentos de torção nas partículas e têm origem no foco.

(C) se propagam no interior da geosfera e apresentam uma velocidade constante.

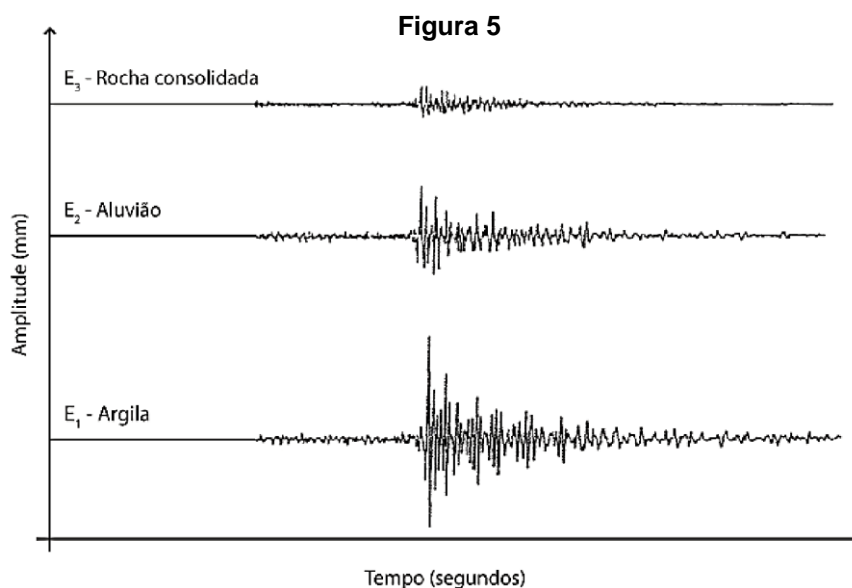
(D) apresentam grande amplitude e se propagam à superfície terrestre.

22. De acordo com a escala de Richter, a magnitude
(A) quantifica os danos causados pelo sismo nas construções.
(B) varia de forma direta com a profundidade do hipocentro.
(C) quantifica a energia libertada no foco sísmico.
(D) varia de forma inversa com a amplitude das ondas sísmicas.

23. A acentuada diminuição da velocidade de propagação das ondas P, assinalada pela descontinuidade de _______, marca a transição entre _______.
(A) Gutenberg … a astenosfera e a mesosfera
(B) Mohorovicic … a crusta e o manto
(C) Gutenberg … o manto e o núcleo externo
(D) Mohorovicic … a litosfera e a astenosfera

24. Estudos geofísicos mostram que a velocidade das ondas sísmicas
(A) aumenta quando estas passam da crusta para o manto litosférico.
(B) aumenta quando estas passam da litosfera para a astenosfera.
(C) diminui quando estas passam do núcleo externo para o núcleo interno.
(D) diminui quando estas passam da astenosfera para a mesosfera.

25. Durante o sismo de Loma Prieta (São Francisco, EUA, 1989), ocorreu o colapso do troço de uma autoestrada. Admitiu-se a hipótese de este colapso ter ocorrido porque, nessa zona, a autoestrada fora construída sobre terrenos argilosos. Estes terrenos correspondiam ao fundo de uma antiga baía preenchido artificialmente, de modo a possibilitar o desenvolvimento e a construção nesse local.
A Figura 5 representa os sismogramas obtidos em diferentes estações que detetaram uma das réplicas do sismo referido:
E3 — numa zona de rocha consolidada;
E2 — numa zona com depósitos de aluvião, junto a um troço da autoestrada que não ruiu;
E1 — na zona com depósitos argilosos, junto ao troço da autoestrada que ruiu.

Figura 5

25.1. A comparação dos sismogramas obtidos _______ a hipótese referida, dado que em E2 a amplitude das ondas foi ______ do que em E1, junto ao local onde se deu o colapso da estrada.
(A) apoia … maior
(B) não apoia ... maior
(C) apoia ... menor
(D) não apoia ... menor

25.2. Com base na análise dos resultados obtidos pelos sismogramas da Figura 5, pode concluir-se que
(A) a estação E2 está muito mais afastada do epicentro do que a estação E3.
(B) as ondas sísmicas têm maior amplitude em meios de rocha consolidada.
(C) a amplitude das ondas sísmicas é maior em terrenos argilosos do que em terrenos de aluvião.
(D) os terrenos argilosos são os que apresentam menor risco sísmico.

26. O movimento de placas litosféricas é possível devido à
(A) viscosidade dos materiais da astenosfera.
(B) viscosidade dos materiais da litosfera.
(C) rigidez dos materiais da mesosfera.
(D) rigidez dos materiais da geosfera.

27. As correntes de convecção no interior do manto são resultantes da
(A) subdução da litosfera nas fossas oceânicas.
(B) variação térmica a diferentes profundidades.
(C) ascensão de magma ao nível dos riftes.
(D) diminuição da densidade na litosfera.

28. Numa estação sismográfica distanciada do epicentro, a melhor explicação para o registo de ondas P e para a ausência de registo de ondas S será por estas deixarem de se propagar, ao atravessarem o limite
(A) crosta continental — manto.
(B) núcleo externo — núcleo interno.
(C) manto — núcleo externo.
(D) crosta continental — crosta oceânica.

29. A existência da descontinuidade de Lehmann é apoiada pela variação de velocidade das ondas P. Esta variação de velocidade das ondas P é provocada
(A) pela diferente composição química dos materiais.
(B) pelo decréscimo da pressão a que estão sujeitos os materiais.
(C) pela alteração do estado físico dos materiais.
(D) pelo aumento da temperatura dos materiais.

30. Considere as afirmações seguintes dizem respeito à estrutura da Terra.
1.O limite entre a litosfera e a astenosfera é assinalado pela descontinuidade de Mohorovicic.
2.Uma das zonas de baixa velocidade das ondas sísmicas situa-se no manto superior.
3.A zona de sombra sísmica para as ondas S apoia a natureza sólida do núcleo interno.
(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(C) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.
(D) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.

31. Um sismo com hipocentro a 600 km de profundidade é indicador de uma zona de
(A) formação de litosfera muito espessa em zonas de baixo fluxo térmico.
(B) formação de litosfera pouco espessa em zonas de elevado fluxo térmico.
(C) destruição de litosfera mais fria do que a astenosfera.
(D) destruição de litosfera mais quente do que a astenosfera.

32. Faça corresponder cada uma das características relativas às zonas da estrutura interna da geosfera, expressas na coluna **A**, ao termo ou à expressão que as identifica, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Zona atravessada unicamente por ondas sísmicas longitudinais. **(b)** Zona constituída essencialmente por rochas ricas em sílica e alumínio. **(c)** Zona delimitada pelas descontinuidades de Mohorovicic e de Gutenberg. **(d)** Zona constituída essencialmente por ferro no estado sólido. **(e)** Zona formada por rochas magmáticas de natureza basáltica.	**(1)** Crosta continental **(2)** Crosta oceânica **(3)** Litosfera **(4)** Astenosfera **(5)** Mesosfera **(6)** Manto **(7)** Núcleo externo **(8)** Núcleo interno

33. Faça corresponder cada uma das zonas relacionadas com a tectónica de placas, expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Zona de afastamento de placas tectónicas, onde ocorre formação de crosta oceânica.	**(1)** Limite convergente
(b) Zona onde se processam movimentos capazes de deslocar as placas tectónicas.	**(2)** Litosfera
(c) Zona onde ocorrem movimentos laterais e paralelos à direção do plano de falha.	**(3)** Limite divergente
(d) Zona rígida que inclui a crosta e a parte mais externa do manto superior.	**(4)** Mesosfera
(e) Zona de grande atividade sísmica resultante da subducção de placas tectónicas.	**(5)** Limite conservativo
	(6) Ponto quente
	(7) Astenosfera
	(8) Pluma térmica

34. A Terra apresenta-se como um globo extraordinariamente ativo e estratificado, nomeadamente, no que respeita a propriedades como a densidade, a rigidez e a composição dos materiais. Desde a sua origem até à atualidade, o dinamismo da Terra tem sido mantido, sobretudo, graças à existência de fluxos contínuos de energia com origem no Sol e na própria Terra. O calor interno da Terra dissipa-se lenta e continuamente, do interior até à superfície, originando um fluxo térmico que apresenta variações na superfície terrestre, como se evidencia na Figura 6A.
O soerguimento e o afundamento da litosfera oceânica na astenosfera determinam a profundidade dos oceanos, que tende a ser maior nos locais mais afastados das dorsais oceânicas. Este facto relaciona-se com variações no fluxo térmico ao longo dos fundos oceânicos, que determinam alterações na densidade dos materiais rochosos constituintes da litosfera oceânica. A variação da temperatura, no interior da Terra, em função da profundidade, está representada na Figura 6B.

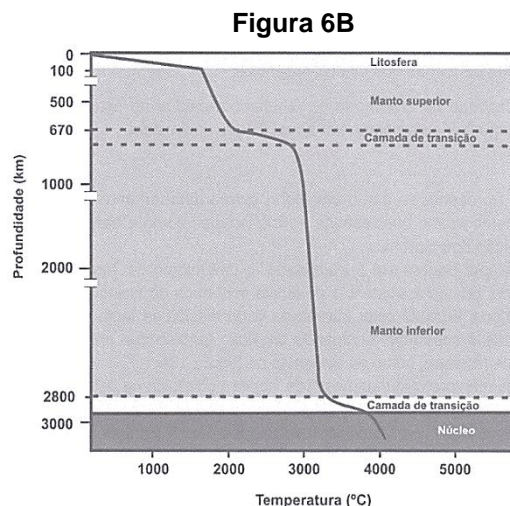
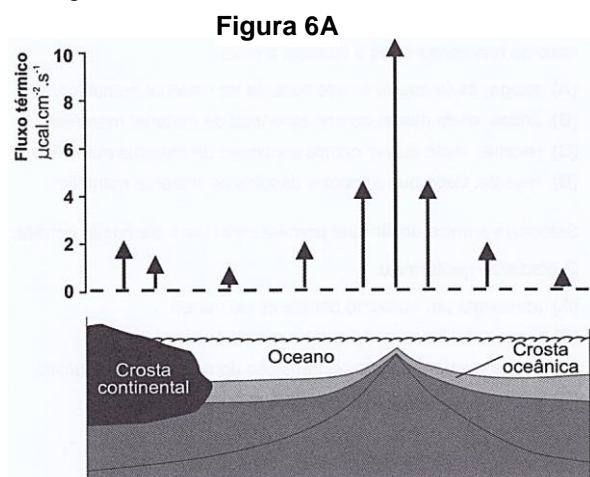



Figura 6A

Figura 6B

34.1. Da análise dos dados da Figura 6A, pode inferir-se que o fluxo térmico é máximo nas zonas onde a litosfera é mais

(A) antiga, dado que aí ocorre descida de material mantélico.
(B) antiga, dado que aí ocorre ascensão de material mantélico.
(C) recente, dado que aí ocorre ascensão de material mantélico.
(D) recente, dado que aí ocorre descida de material mantélico.

34.2. O gradiente geotérmico

(A) apresenta um aumento constante no manto.
(B) é maior na litosfera do que no manto superior.
(C) atinge o valor máximo na transição do manto para o núcleo.
(D) é menor no manto superior do que no manto inferior.

34.3. O grau geotérmico

(A) aumenta com a aproximação a dorsais oceânicas.
(B) diminui quando diminui o gradiente geotérmico da zona.
(C) aumenta quando aumenta o fluxo térmico da região.
(D) diminui com a aproximação a regiões de elevada entalpia.

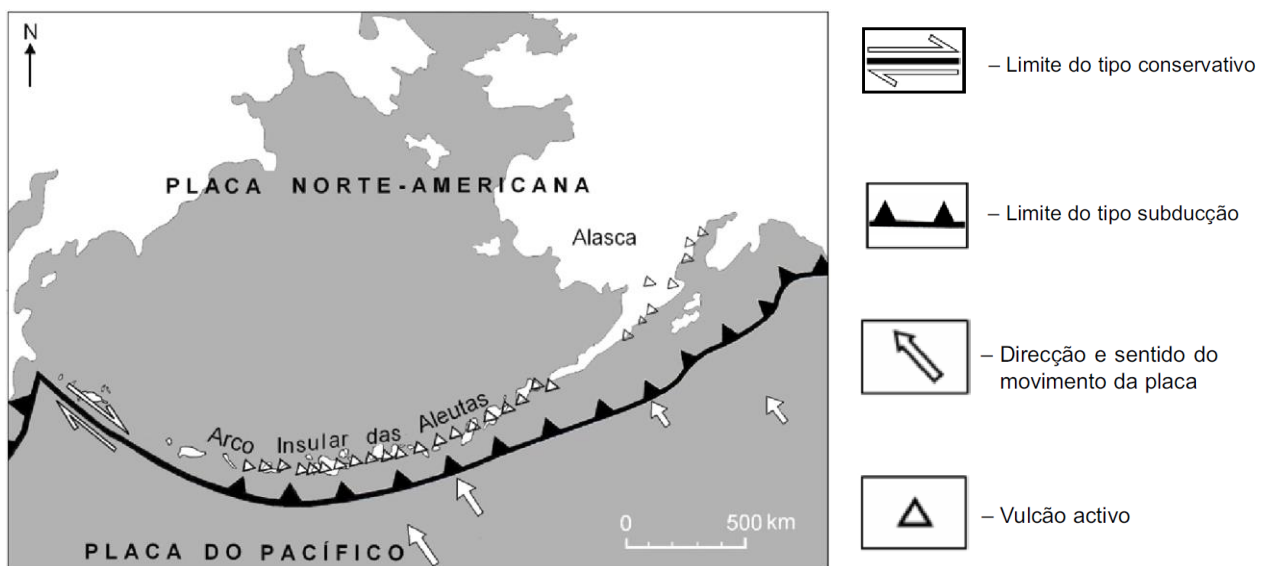
34.4. Explique o modo como a variação do fluxo térmico, ao longo dos fundos oceânicos, poderá justificar a maior profundidade atingida pelos oceanos nas zonas mais afastadas das dorsais.

34.5. A tectónica da litosfera é assegurada pela ____ rigidez da astenosfera, sendo esta também conhecida como ___.
(A) menor ... zona de baixa velocidade sísmica
(B) maior ... zona de baixa velocidade sísmica
(C) maior ... zona de sombra sísmica
(D) menor ... zona de sombra sísmica

34.6. Explique o elevado gradiente geotérmico registado nas zonas de dorsal médio-oceânica.

35. Explique de que modo o decaimento radioativo dos materiais do interior da Terra influencia a existência de correntes de convecção no manto.

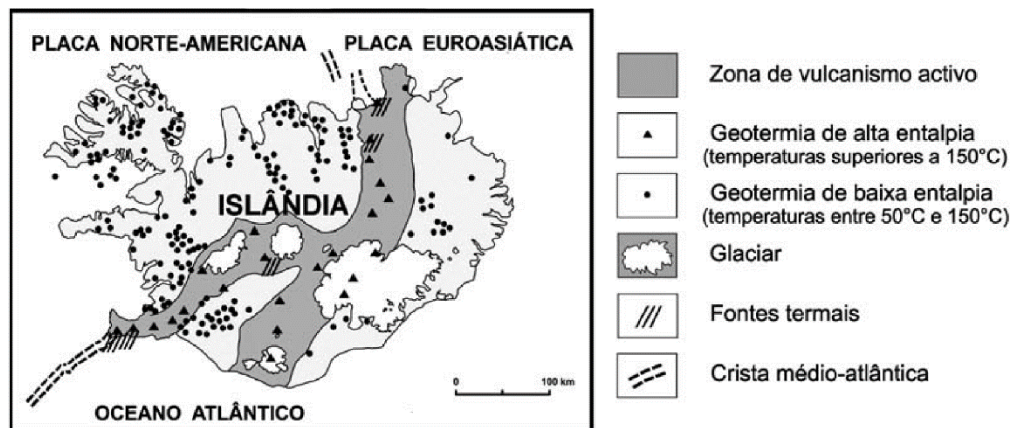
36. As ilhas Aleutas fazem parte do Anel de Fogo do Pacífico, constituindo um alinhamento encurvado de ilhas vulcânicas, também denominado arco insular ou arco vulcânico. O arco insular das Aleutas ou arco Alasca — Aleutas, como é também designado, marca a fronteira entre a Placa do Pacífico e a Placa Norte-Americana. Apresenta, aproximadamente, vinte e quatro vulcões ativos e aí ocorrem frequentemente sismos. O mapa da Figura 7 representa, de forma simplificada, o contexto tectónico das ilhas Aleutas.
A 19 de dezembro de 2007, um sismo, com origem a cerca de 56 km de profundidade e de magnitude 7,3 graus, foi sentido neste arquipélago, localizando-se o epicentro a 200 km a oeste de Adak (Alasca). Outros sismos foram registados na mesma região, ao longo de 2008, com focos a diferentes profundidades e magnitudes na ordem dos 6,6 graus. Esta região, sismicamente ativa, está permanentemente monitorizada pelo Centro de Informações de Sismos do Alasca e pelo Centro de Alertas de Tsunami no Pacífico.

Figura 7

36.1. As atividades sísmica e vulcânica verificadas na região das ilhas Aleutas são resultado da existência de um
(A) limite convergente, evidenciado pela presença de uma dorsal oceânica.
(B) limite convergente, evidenciado pela presença de uma fossa oceânica.
(C) limite divergente, evidenciado pela presença de uma dorsal oceânica.
(D) limite divergente, evidenciado pela presença de uma fossa oceânica.

36.2. A atividade sísmica sentida no arquipélago das Aleutas apresenta focos com diferentes profundidades.
Explique este facto com base no contexto tectónico da região central do arco insular, representado na Figura 7.

37. A Crista Médio-Atlântica sai do domínio submerso e atinge expressão subaérea na Islândia, representada na Figura 8. A Islândia, situada no Atlântico Norte, em placas tectónicas diferentes, é consequência de um vulcanismo causado pela interação entre uma pluma térmica, associada a um ponto quente (*hot spot*), e a atividade característica da crista médio-atlântica.

Sendo uma ilha muito recente, a Islândia constitui um local privilegiado para a realização de estudos geotérmicos. Por todo o seu território, ocorrem manifestações geotérmicas como, por exemplo, fontes termais. Segundo dados de 2006, mais de um quarto (26%) de toda a eletricidade do país é produzida em cinco grandes centrais geotérmicas.

Figura 8

37.1. Na Islândia, verifica-se um valor de grau geotérmico ______ e a atividade vulcânica resulta da interação entre o fluxo mantélico dos limites ______ e o fluxo da pluma térmica.

(A) elevado ... convergentes

(B) baixo ... convergentes

(C) baixo ... divergentes

(D) elevado ... divergentes

37.2. Relativamente à atividade sísmica, pode afirmar-se que, na Islândia

(A)há sismos de origem tectónica, mas não há de origem vulcânica.

(B)não há sismos de origem tectónica, mas há de origem vulcânica.

(C)há sismos de origem tectónica e sismos de origem vulcânica.

(D)não há sismos de origem tectónica nem de origem vulcânica.

37.3. Explique em que medida, na Islândia, a localização das fontes termais, representadas na Figura 8, contribui para um desenvolvimento sustentável da ilha.

38. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos procedimentos necessários para determinar a localização do epicentro de um sismo.

A. Registo da chegada das ondas P a uma estação sismográfica.

B. Determinação da diferença entre o tempo de chegada das ondas P e o das ondas S.

C. Cálculo (ou leitura gráfica) da distância epicentral.

D. Identificação dos registos de ondas P e de ondas S no sismograma.

E. Determinação da localização provável do epicentro.

39. No dia 6 de abril de 2009, ocorreu um sismo de magnitude 6,3 na região italiana de Abruzzo. O epicentro do sismo situou-se próximo de Áquila, localizada a cerca de 85 km a nordeste de Roma. Este sismo provocou 305 vítimas mortais, desalojou 25 000 pessoas e causou danos significativos em mais de 10 000 edifícios na região de Áquila.

O sismo teve origem numa falha normal, situada na cordilheira dos Apeninos. Esta falha insere-se num contexto tectónico muito complexo. A tectónica da zona envolve a colisão das placas Euro-Asiática e Africana, com a subdução na zona do mar Adriático, e a abertura da bacia do Mar Tirreno. Tratou-se de um sismo cujo hipocentro teve uma profundidade de aproximadamente 8 km, o que poderá justificar os elevados danos registados. A Figura 9 representa a localização do epicentro do sismo e o respetivo mapa de intensidades, de acordo com a escala de Mercalli Modificada. A Figura 10 representa uma adaptação da escala de Mercalli Modificada.

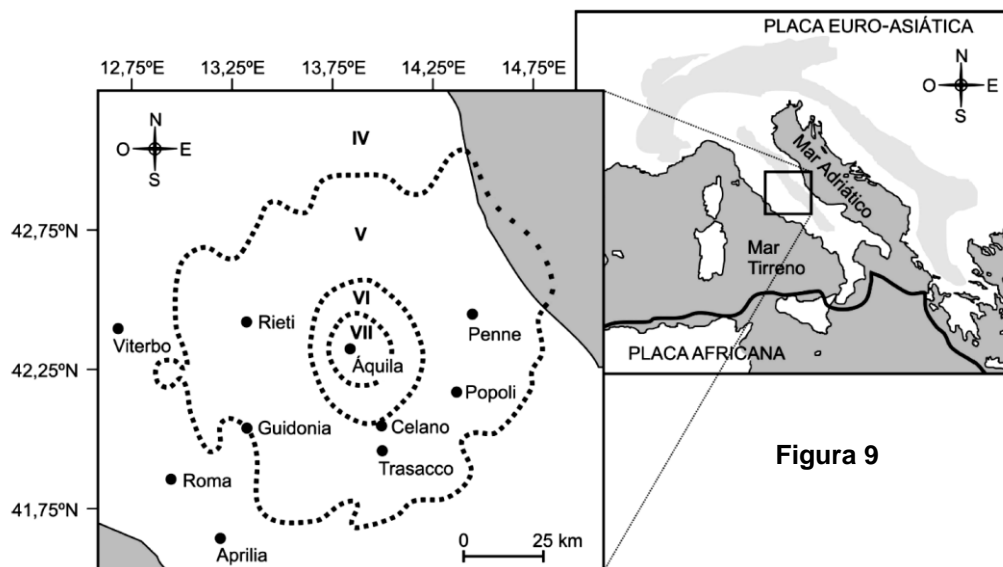



Figura 9

Figura 10

Escala de Mercalli Modificada		I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
Perceção		Não sentido	Muito fraco	Fraco	Moderado	Forte	Muito forte	Severo	Violento	Extremo
Danos potenciais	Estruturas resistentes	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Muito fraco	Fraco	Moderado	Moderado a forte	Forte	Muito forte
	Estruturas vulneráveis	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Fraco	Moderado	Moderado a forte	Forte	Muito forte	Muito forte

39.1. Tendo em conta o sismo de 6 de abril de 2009, à medida que aumenta o afastamento em relação a Áquila, verifica-se uma diminuição da

(A) magnitude registada no sismo.
(B) diferença no tempo de chegada das ondas S e P.
(C) amplitude das ondas sísmicas.
(D) distância epicentral das estações sismográficas.

39.2. De acordo com os dados fornecidos, o sismo de Áquila provocou, provavelmente, danos

(A) moderados nas estruturas resistentes da cidade de Viterbo.
(B) fracos nas estruturas vulneráveis da cidade de Penne.
(C) moderados nas estruturas resistentes da cidade de Rieti.
(D) fracos nas estruturas vulneráveis da cidade de Roma.

39.3. Admita que numa determinada estação sismográfica, localizada a cerca de 150 km do foco do sismo de Áquila, se registaram, primeiro, ondas P refratadas e, posteriormente, ondas P diretas. O atraso das ondas P diretas relativamente às ondas P refratadas deveu-se, provavelmente, ao facto de as ondas P

(A) refratadas terem percorrido meios de maior rigidez.
(B) diretas terem percorrido um trajeto mais longo.
(C) diretas terem percorrido um trajeto mais curto.
(D) refratadas terem percorrido meios de menor rigidez.

39.4. Explique, de acordo com a teoria do ressalto elástico, a ocorrência de um sismo.

39.5. Explique por que razão um sismo pode registar várias intensidades mas apenas uma magnitude.

40. A zona de subdução de Makran, limitada a este e a oeste por duas grandes falhas, tem mostrado baixa atividade sísmica desde os sismos de 1945 (magnitude 8,1) e de 1947 (magnitude 7,3), embora estudos recentes indiquem que esta zona de subdução é capaz de gerar sismos de magnitude entre 8,7 e 9,2. Numa zona de subdução, supõe-se que a rotura nas principais falhas inversas aí existentes, capazes de gerar grandes sismos, ocorra, geralmente, a temperaturas entre 150 ºC e 450 ºC. Esta informação, conjugada com outras, essencialmente, de índole geofísica, foi utilizada por cientistas para mapear a área potencial de rotura sísmica na zona de subdução de Makran. Os cientistas verificaram que a mesma abrange uma área com 350 km de largura, a norte da fossa tectónica de Makran, sendo

invulgarmente larga em relação à maioria das outras zonas de subdução. O enquadramento tectónico da região encontra-se representado, de forma simplificada, na Figura 11.

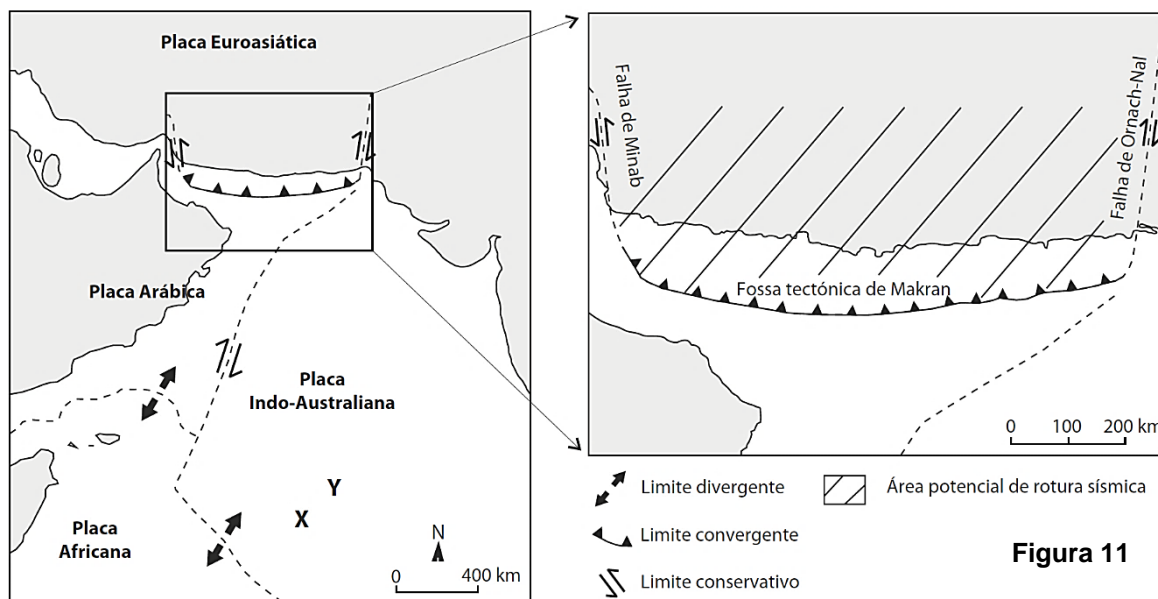



Figura 11

40.1. Ao longo da falha de Ornach-Nal, ocorrem predominantemente
(A) deslizamento lateral e manutenção da espessura crustal.
(B) distensão tectónica e espessamento crustal.
(C) compressão tectónica e atividade vulcânica.
(D) estiramento crustal e formação de uma cadeia orogénica.

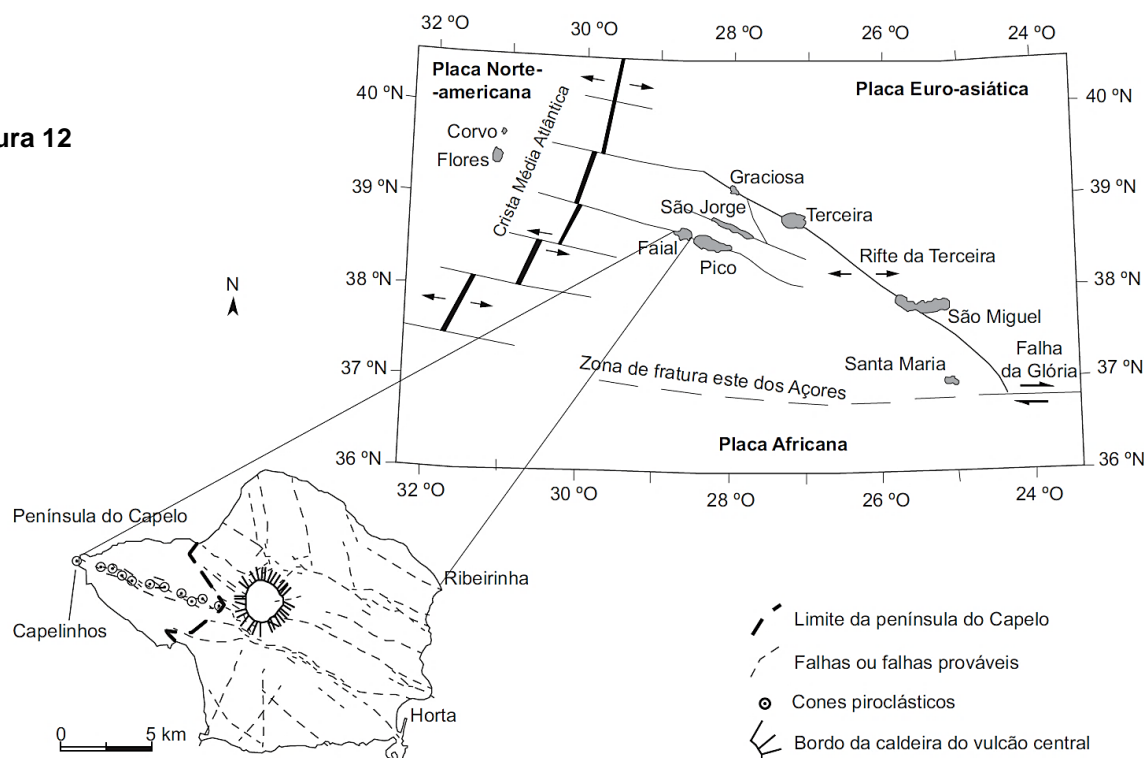
40.2. Na zona representada na Figura 11, o movimento relativo entre as placas leva a que a placa Africana se desloque para ______ e a placa Indo-Australiana se desloque para _______.
(A) SO … NO
(B) SO … NE
(C) SE … NO
(D) SE … NE

40.3. De acordo com a Figura 11, comparativamente ao local **X**, no local **Y**, verifica-se
(A) uma menor idade das rochas.
(B) um maior fluxo térmico.
(C) uma menor densidade das rochas.
(D) um maior grau geotérmico.

40.4. Justifique a importância da elaboração de cartas de isossistas de intensidades máximas de uma dada região.

40.5. Explique, de acordo com os dados, a possibilidade de ocorrência de sismos de elevada magnitude na zona de subdução de Makran. Na resposta deverá considerar a teoria do ressalto elástico.

41. O arquipélago vulcânico dos Açores situa-se no oceano Atlântico, numa região tectonicamente complexa, esquematicamente representada na Figura 12.
O vulcão dos Capelinhos, na ilha do Faial, entrou em erupção em setembro de 1957. A atividade vulcânica foi antecedida de uma série de abalos sísmicos premonitórios e, no dia 26, diversas falhas permitiram a ascensão de magma, observando-se os primeiros sinais da erupção na superfície do mar.
Até maio de 1958, a atividade do vulcão foi predominantemente hidromagmática, ou seja, caracterizada pela interação do magma com a água do mar, apresentando fases submarinas e fases subaéreas.
Na noite de 12 para 13 de maio de 1958, ocorreram numerosos sismos não detetados pelas estações sismográficas internacionais, cujos danos elevados se registaram apenas numa área restrita. Pensa-se que este evento sísmico foi responsável pela alteração do comportamento do vulcão, tendo a atividade hidromagmática dado lugar a uma atividade magmática, que se prolongou até outubro de 1958.

Figura 12

41.1. De acordo com os dados da Figura 12, na península do Capelo, o vulcanismo
(A) apresenta-se marcadamente de tipo fissural.
(B) tem uma orientação predominante NE-SO.
(C) contribui para uma redução da área da ilha.
(D) relaciona-se diretamente com o rifte da Terceira.

41.2. Os dados apresentados no texto permitem inferir que os sismos de maio de 1958 tiveram
(A) baixa magnitude e focos profundos.
(B) elevada magnitude e focos superficiais.
(C) baixa magnitude e focos superficiais.
(D) elevada magnitude e focos profundos.

41.3. De acordo com os dados da Figura 12, pode afirmar-se que
(A) a distância entre as ilhas das Flores e da Graciosa está tendencialmente a diminuir.
(B) a ilha do Pico e a ilha de São Jorge são atravessadas pela mesma falha transformante.
(C) a Crista Média Atlântica constitui um limite entre as placas Euro-asiática e Africana.
(D) a sudeste da ilha de Santa Maria se desenvolve um limite de placas conservativo.

41.4. Considere as afirmações seguintes, referentes a fenómenos de vulcanismo.
1. O aumento da pressão interna dos voláteis aumenta a explosividade da erupção.
2. As *pillow lavas* resultam de vulcanismo efusivo subaéreo.
3. A formação de uma caldeira resulta do colapso de uma estrutura vulcânica.
(A) I e II são verdadeiras; III é falsa.
(B) I e III são verdadeiras; II é falsa.
(C) III é verdadeira; I e II são falsas.
(D) II é verdadeira; I e III são falsas.

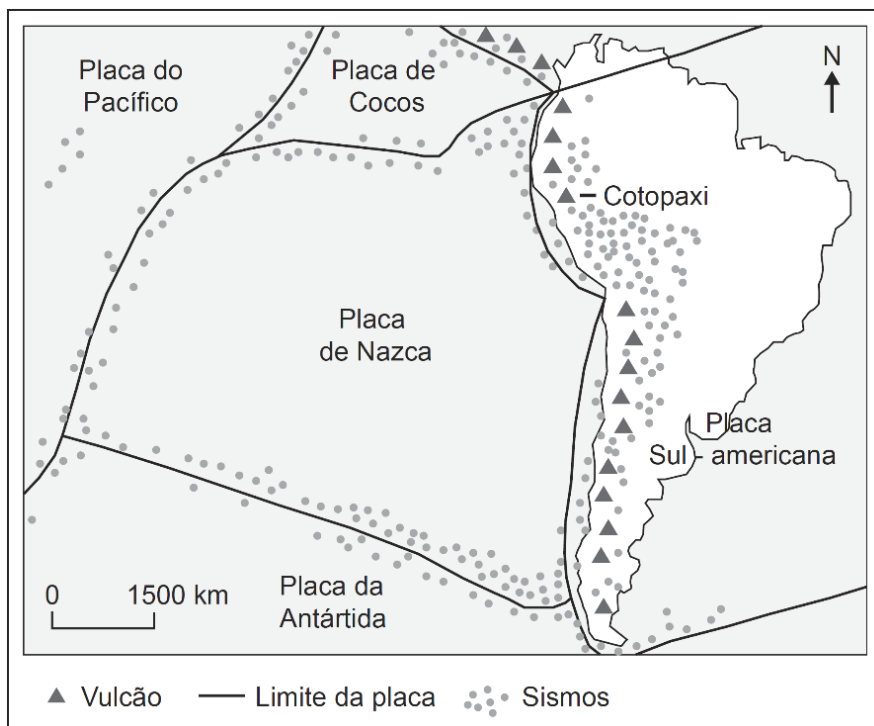
41.5. Em algumas ilhas do arquipélago dos Açores, fontes termais e fumarolas constituem manifestações de vulcanismo _______, que estão relacionadas com o _______ grau geotérmico nessa região.
(A) secundário … baixo
(B) secundário … alto
(C) primário … baixo
(D) primário … alto

41.6. Faça corresponder cada uma das características relativas às zonas da estrutura interna da Terra, expressas na coluna **A**, ao termo ou expressão que as identifica, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Zona atravessada unicamente por ondas sísmicas longitudinais. **(b)** Zona constituída essencialmente por rochas ricas em alumínio e sílica. **(c)** Zona delimitada pelas descontinuidades de Mohorovicic e de Gutenberg.	**(1)** Astenosfera **(2)** Crosta continental **(3)** Litosfera **(4)** Manto **(5)** Núcleo externo

41.7. Explique de que modo os sismos de maio de 1958 poderão ter sido responsáveis pela alteração do estilo eruptivo do vulcão dos Capelinhos.

42. O Cotopaxi, cujo contexto tectónico está representado na Figura 13, é um vulcão andesítico, que se localiza na cordilheira dos Andes, na América do Sul. Desde 1738, entrou em erupção mais de cinquenta vezes. O seu cone é formado por níveis piroclásticos intercalados com níveis lávicos, tem uma altitude de 5911 metros e o cume está coberto por neve e por gelo. Estas condições favorecem a ocorrência de fluxos de lama, denominados *lahars*. Em erupções anteriores, formaram-se *lahars* que percorreram grandes distâncias e escavaram vales profundos, em várias direções, a partir do cume do vulcão.
Em 2015, após mais de 70 anos de acalmia, ocorreu uma explosão muito forte, com emissão de uma coluna de cinzas que atingiu cerca de 8000 metros acima da cratera. No mesmo ano, registaram-se sismos com focos situados entre 3 e 11 quilómetros de profundidade a partir do cume, cuja magnitude variou entre 0,5 e 3,0.

Figura 13

42.1. O vulcão Cotopaxi está relacionado com um limite _____ entre duas placas litosféricas, verificando-se que as rochas da placa de Nazca possuem _____ densidade média do que as rochas da placa Sul-americana.
(A) convergente ... menor
(B) convergente ... maior
(C) divergente ... menor
(D) divergente ... maior

42.2. O Cotopaxi apresenta vulcanismo de tipo
(A) fissural e lavas com percentagem intermédia de sílica.
(B) central e lavas com baixa percentagem de sílica.
(C) fissural e lavas com baixa percentagem de sílica.
(D) central e lavas com percentagem intermédia de sílica.

42.3. Considere as afirmações seguintes relativas a situações de risco vulcânico.
1. As erupções efusivas, geralmente, constituem maior perigo para as populações do que as erupções explosivas.
2. A identificação de deformações na superfície do cone vulcânico permite monitorizar a atividade vulcânica.
3. A alteração da composição e do volume das emissões fumarólicas é considerada um sinal precursor de uma erupção.

(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.

42.4. Os dados fornecidos no texto indiciam que os eventos sísmicos ocorridos em 2015 tiveram
(A) hipocentros superficiais e baixa magnitude.
(B) hipocentros profundos e elevada magnitude.
(C) hipocentros superficiais e elevada magnitude.
(D) hipocentros profundos e baixa magnitude.

42.5. Explique a formação de um *lahar*, na sequência de uma erupção do vulcão Cotopaxi.

43. As Galápagos, cujos contextos tectónico e geográfico estão representados na Figura 1, formam um arquipélago, de natureza vulcânica, que tem estado em constante mudança devido quer a erupções vulcânicas, quer à erosão. Nos últimos 200 anos, ocorreram cerca de 50 erupções, que, por um lado, ameaçaram a flora e a fauna das ilhas e, por outro, contribuíram para a sua expansão, através da formação de escoadas de lava, como as de lava pahoehoe, observadas na ilha de Santiago.
Na região, existirá um hotspot, alimentado por uma pluma térmica, considerada estacionária, cuja idade tem sido discutida. Alguns cientistas pensam que esta pluma térmica originou abundantes rochas vulcânicas mesozoicas. Se esta hipótese for verdadeira, pode ter havido formação de ilhas nesta zona desde há cerca de 90 milhões de anos (Ma), facto importante para a compreensão da origem e da evolução dos animais únicos que vivem nas Galápagos.
A região é muito complexa do ponto de vista tectónico. Na margem oeste da placa Sul-americana, regista-se elevada sismicidade, tendo ocorrido seis sismos com magnitudes superiores a 7,7 durante o século passado. Destes, o de maior magnitude (8,8) registou-se em 1906 e terá correspondido a uma zona de rutura com cerca de 500 km de comprimento.

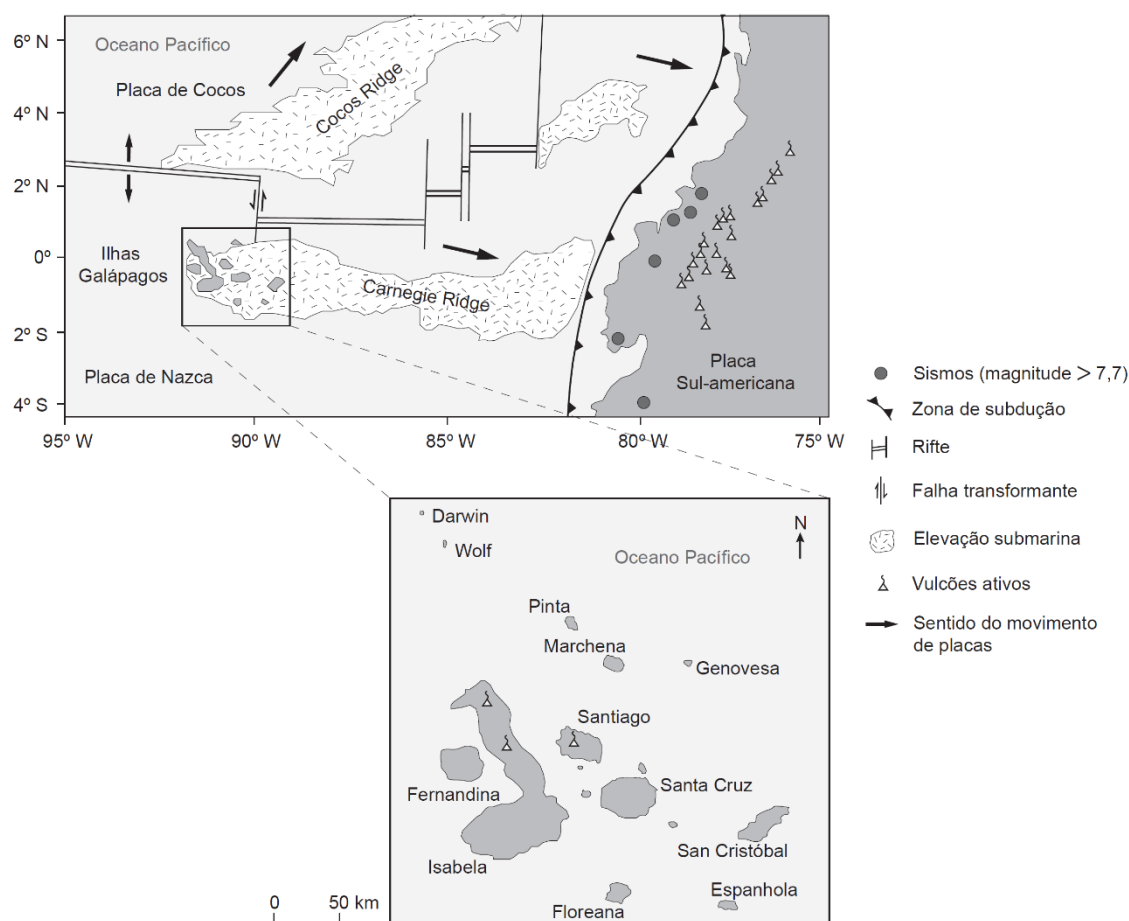



Figura 14 - Contextos tectónico e geográfico das ilhas Galápagos

43.1. Os vulcões da ilha Espanhola estão extintos há vários milhões de anos, pois
(A) a pluma térmica tem-se deslocado para NO.
(B) a placa de Nazca tem-se deslocado para SE.
(C) a placa de Nazca tem-se deslocado para NO.
(D) a pluma térmica tem-se deslocado para SE.

43.2. Analisando o contexto tectónico representado na Figura 14, pode afirmar-se que
(A) entre Carnegie Ridge e Cocos Ridge existe um limite divergente ativo.
(B) a placa Sul-americana está parcialmente a mergulhar sob a placa de Nazca.
(C) nas falhas transformantes o movimento dos blocos é predominantemente vertical.
(D) a placa de Cocos e a placa de Nazca estão a deslocar-se para norte.

43.3. Considere as afirmações seguintes, relativas à formação e à evolução das ilhas Galápagos.
De acordo com os dados apresentados,
I. a atividade vulcânica característica do arquipélago é essencialmente explosiva.
II. a pluma térmica das Galápagos pode estar ativa desde a Era em que viveram os dinossauros.
III. nos últimos 200 anos, ocorreu consolidação de lavas com baixa viscosidade na ilha de Santiago.
(A) III é verdadeira; I e II são falsas.
(B) I é verdadeira; II e III são falsas.
(C) II e III são verdadeiras; I é falsa.
(D) I e II são verdadeiras; III é falsa.

43.4. No texto, os dados apresentados acerca dos sismos dizem respeito
(A) ao elevado grau de destruição verificado, de acordo com a escala de Richter.
(B) ao elevado grau de destruição verificado, de acordo com a escala de Mercalli.
(C) à elevada quantidade de energia libertada, de acordo com a escala de Richter.
(D) à elevada quantidade de energia libertada, de acordo com a escala de Mercalli.

43.5. Ordene as expressões identificadas pelas letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos geológicos relacionados com a formação e a evolução de uma ilha vulcânica.
Considere as relações de causa e efeito entre os acontecimentos.
A. Erosão por ação dos agentes atmosféricos.
B. Atividade vulcânica subaérea.
C. Acumulação gradual de *pillow* lavas.
D. Deposição de sedimentos na zona litoral.
E. Ascensão de magma através da crusta oceânica.

43.6. Explique a ocorrência de sismos na margem oeste da placa Sul-americana, considerando o contexto tectónico da região e a teoria do ressalto elástico.

Tema IV - Geologia, problemas e materiais do quotidiano

1. Os fósseis de idade são utilizados em métodos de datação
(A) absoluta, dado que apresentam uma distribuição geográfica ampla.
(B) relativa, dado que resultaram de seres que viveram num período de tempo geológico curto.
(C) absoluta, dado que resultaram de seres que viveram em condições ambientais restritas.
(D) relativa, dado que apresentam uma distribuição geográfica muito restrita.

2. Quando uma formação geológica é atravessada por uma falha, esta é _______ aos acontecimentos que deram origem a essa formação. Assim, as falhas podem ser utilizadas para o estabelecimento da história geológica de uma região, usando-se princípios de datação _______.
(A) anterior ... absoluta
(B) anterior ... relativa
(C) posterior ... absoluta
(D) posterior ... relativa

3. Ordene as letras de **A** a **F**, de acordo com a sequência dos acontecimentos referentes ao processo de fossilização de um ser vivo. Inicie a ordenação pela afirmação **A**.
(A) Ocorre a deposição abundante de partículas finas (argilas e siltes) sobre o ser vivo.
(B) Forças compressivas dobram o estrato que contém o fóssil.
(C) Os materiais rochosos suprajacentes exercem pressão sobre os materiais que contêm o ser aprisionado.
(D) Tem lugar a exposição subaérea do fóssil, alguns milhões de anos mais tarde.
(E) Ocorre a deposição de novos sedimentos sobre o estrato que contém o ser aprisionado.
(F) Por deformação, o estrato que contém o fóssil altera a sua posição.

4. Faça corresponder cada um dos fenómenos do ciclo litológico, expressos na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Formação de uma rocha a partir da solidificação de materiais da crosta ou do manto, total ou parcialmente fundidos.	**(1)** Deposição **(2)** Diagénese
(b) Remoção de material da superfície rochosa.	**(3)** Erosão
(c) Litificação de sedimentos, nas condições que predominam na parte mais superficial da crosta terrestre.	**(4)** Magmatismo **(5)** Metamorfismo
(d) Transformação mineralógica e estrutural de uma rocha, no estado sólido, no interior da crosta terrestre.	**(6)** Meteorização mecânica **(7)** Meteorização química
(e) Alteração de uma rocha sob a ação de águas ácidas, levando à formação de precipitados dos seus minerais.	**(8)** Transporte

5. A calcite é um mineral que _______ clivagem e que risca o gesso, pelo que a sua dureza é _______ à do gesso.
(A) não apresenta … inferior
(B) não apresenta … superior
(C) apresenta … inferior
(D) apresenta … superior

6. Os detritos angulosos e mal calibrados existentes numa brecha indiciam
(A) um curto transporte e são mais antigos do que o cimento.
(B) um longo transporte e são mais antigos do que o cimento.
(C) um curto transporte e são mais recentes do que o cimento.
(D) um longo transporte e são mais recentes do que o cimento.

7. O granito é uma rocha magmática intrusiva, proveniente de um magma
(A) com baixo teor de gases dissolvidos, expelido ao longo de riftes.
(B) fluido, formado pela subducção de uma placa oceânica sob uma continental.
(C) pobre em sílica, que individualiza lentamente minerais em profundidade.
(D) ácido, com origem na fusão parcial de rochas da crosta continental.

8. O basalto classifica-se, quanto à cor, como uma rocha _______, estando esta característica relacionada com a _____ relativa de minerais máficos na sua composição.
(A) leucocrata [...] escassez
(B) melanocrata [...] abundância
(C) leucocrata [...] abundância
(D) melanocrata [...] escassez

9. Os minerais constituintes do diorito, relativamente aos do gabro, apresentam, geralmente, pontos de fusão mais
(A) elevados, pelo que tendem a cristalizar antes dos minerais do gabro.
(B) elevados, pelo que tendem a cristalizar depois dos minerais do gabro.
(C) baixos, pelo que tendem a cristalizar antes dos minerais do gabro.
(D) baixos, pelo que tendem a cristalizar depois dos minerais do gabro.

10. Os magmas andesíticos podem consolidar num processo _____, originando uma rocha que se designa por _____.
(A) lento [...] diorito
(B) rápido [...] diorito
(C) rápido [...] gabro
(D) lento [...] gabro

11. Em zonas de subdução, formam-se magmas
(A) andesíticos, que, ao consolidarem em profundidade, dão origem a andesito.
(B) riolíticos, que, ao consolidarem à superfície, dão origem a granito.
(C) andesíticos, que, ao consolidarem em profundidade, dão origem a diorito.
(D) riolíticos, que, ao consolidarem à superfície, dão origem a gabro.

12. Para a formação de magmas pode contribuir
(A) o aumento da idade de formação das rochas.
(B) o aumento da temperatura de fusão das rochas.
(C) a diminuição do teor em água das rochas.
(D) a diminuição da pressão exercida nas rochas.

13. Um dos mecanismos responsáveis pela formação do magma que alimenta um vulcão andesítico, numa zona de subdução é
(A) o aumento de temperatura, devido ao teor de água nas rochas.
(B) o aumento de temperatura, devido ao aumento de pressão nas rochas.
(C) a diminuição do ponto de fusão das rochas, devido ao teor de água.
(D) a diminuição do ponto de fusão das rochas, devido ao aumento de pressão.

14. As rochas formadas a partir da lava expelida por um vulcão andesítico resultaram de um arrefecimento
(A) lento e apresentam olivinas e quartzo.
(B) rápido e apresentam anfíbolas e plagióclases.
(C) lento e apresentam anfíbolas e plagióclases.
(D) rápido e apresentam olivinas e quartzo.

15. No grupo das olivinas, a faialite e a fosterite são minerais isomorfos, porque
(A) apresentam a mesma estrutura cristalina.
(B) surgem, na natureza, na forma de cristais.
(C) têm a mesma composição química.
(D) possuem elevado grau de pureza.

16. Nas reações de cristalização da série contínua de Bowen, à medida que ocorre diferenciação magmática,
(A) a cristalização de minerais máficos aumenta.
(B) a temperatura vai aumentando.
(C) há maior quantidade de cristais polimorfos em formação.
(D) há formação de plagioclases cada vez mais sódicas.

17. As falhas correspondem a deformações
(A) contínuas, de natureza dúctil.
(B) contínuas, de natureza frágil.
(C) descontínuas, de natureza frágil.
(D) descontínuas, de natureza dúctil.

18. Uma falha ______, gerada e atuada pela primeira vez por forças predominantemente compressivas, apresenta um plano de falha _______.

(A) inversa [...] inclinado
(B) inversa [...] vertical
(C) normal [...] inclinado
(D) normal [...] vertical

19. A movimentação de uma falha normal resulta de um campo de tensões locais predominantemente

(A) distensivo, associado a uma deformação dúctil.
(B) distensivo, associado a uma deformação descontínua.
(C) compressivo, associado a uma deformação frágil.
(D) compressivo, associado a uma deformação contínua.

20. A redução da pressão litostática sobre um maciço granítico pode causar a sua

(A) expansão e a posterior formação de dobras.
(B) contração e a posterior formação de dobras.
(C) contração e a posterior formação de diáclases.
(D) expansão e a posterior formação de diáclases.

21. A textura ______ o xisto metamórfico traduz a influência de uma tensão _____ responsável pela disposição dos minerais segundo planos paralelos.

(A) não foliada [...] não litostática
(B) foliada [...] litostática
(C) foliada [...] não litostática
(D) não foliada [...] litostática

22. O gnaisse é uma rocha que apresenta um grau de metamorfismo

(A) elevado e uma textura foliada.
(B) baixo e uma textura foliada.
(C) elevado e uma textura não foliada.
(D) baixo e uma textura não foliada.

23. Faça corresponder cada uma das descrições de rochas, expressas na coluna **A,** à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Rocha magmática extrusiva ácida.	**(1)** Conglomerado
(b) Rocha metamórfica foliada resultante da metamorfização de argilito.	**(2)** Diorito
(c) Rocha sedimentar quimiogénica evaporítica.	**(3)** Filito
(d) Rocha sedimentar detrítica de granulometria fina.	**(4)** Gesso
(e) Rocha magmática granular mesocrática.	**(5)** Mármore
	(6) Quartzito
	(7) Riólito
	(8) Siltito

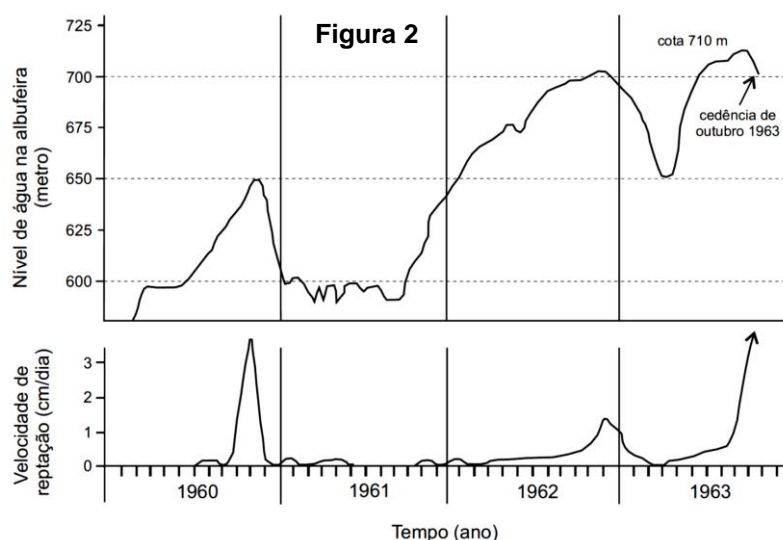
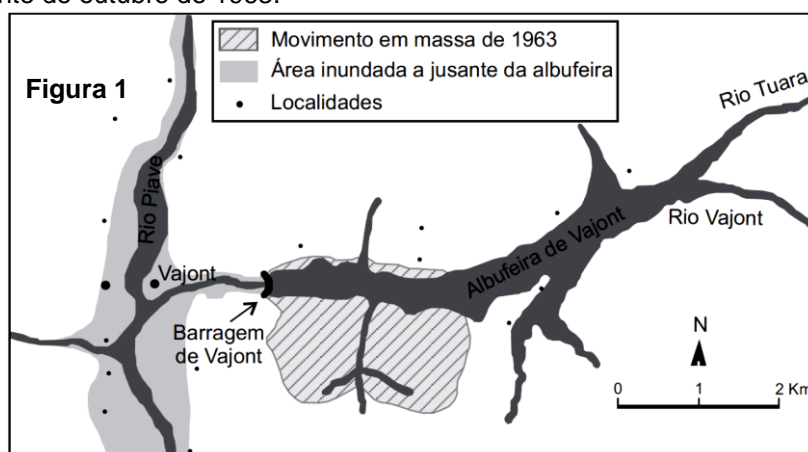
24. Faça corresponder cada uma das descrições relativas a combustíveis fósseis, expressas na coluna **A** à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Rocha sedimentar rica em matéria orgânica fóssil passível de se transformar em hidrocarbonetos.	**(1)** Armadilha petrolífera **(2)** Carvão
(b) Rocha sedimentar que limita superiormente o reservatório de hidrocarbonetos.	**(3)** Domo
(c) Conjunto de estruturas geológicas responsável pela retenção e pela acumulação de hidrocarbonetos.	**(4)** Gás natural **(5)** Jazigo petrolífero
(d) Depósito fóssil resultante do enriquecimento progressivo em carbono da matéria vegetal preservada em formações geológicas.	**(6)** Rocha-armazém **(7)** Rocha-cobertura
(e) Acumulação natural de hidrocarbonetos com características que permitem uma exploração rentável.	**(8)** Rocha-mãe

25. Explique, tendo em conta o processo de formação do gesso, de que modo a sua presença permite caracterizar o ambiente existente no momento da formação do estrato que o contém.

26. A característica que faz do corindo o termo 9 da escala de Mohs verifica-se, também, no rubi e na safira azul. Relacione essa característica com a utilização, em joalharia, das referidas variedades do corindo.

27. Ao longo do seu curso, o rio Douro apresenta um elevado número de barragens. Relacione os efeitos da existência de barragens num rio com o recuo da linha de costa.

28. O vale de Vajont, no nordeste de Itália, é um vale profundo e apertado, de vertentes muito inclinadas. A área é geologicamente caracterizada por litologias carbonatadas intercaladas, predominantemente, com níveis de argilas, cujos planos de estratificação na vertente sul têm atitude (direção e inclinação) análoga à do plano da vertente.
No final dos anos 50 do século XX, foi aí construída uma grande barragem hidroelétrica, cujo topo do paredão se encontrava à altitude de 725,5 metros.
À medida que se verificava o enchimento da albufeira da barragem, o equilíbrio das linhas de água da região ia sendo perturbado, ocorrendo alguns movimentos de reptação (migração lenta de materiais, típica de formações não consolidadas) ao longo das vertentes, comprovados, por exemplo, pela inclinação das árvores. Estas movimentações em massa foram-se intensificando, quer pelo enchimento da albufeira, muito abaixo da cota máxima de segurança (720 m), quer pela precipitação que se fazia sentir. Entretanto, ia ocorrendo a abertura de fendas nas vertentes.
No final do ano de 1960, iniciaram-se obras na barragem, tendo em vista resolver o problema da instabilidade das vertentes, o que implicou o rebaixamento do nível de água na albufeira.
Posteriormente, verificou-se ainda a necessidade de proceder a mais dois rebaixamentos do nível de água na albufeira.
No dia 9 de outubro de 1963, a vertente sul cedeu. Uma enorme massa de materiais desceu a encosta com velocidade elevada e penetrou na albufeira, gerando uma onda de grande altura. A onda galgou o paredão da barragem, desceu o vale e provocou a devastação das localidades na margem do rio Piave, como ilustra a Figura 1. Na Figura 2, estão representadas a variação do nível de água na albufeira e a velocidade de reptação, desde a entrada em funcionamento da barragem até ao acidente de outubro de 1963.

28.1. Após a entrada em funcionamento da barragem de Vajont,
(A) a deposição de sedimentos imediatamente a montante do paredão diminuiu.
(B) a probabilidade de ocorrência de cheias periódicas anuais na localidade de Vajont aumentou.
(C) o perfil transversal do rio Tuara foi sofrendo alterações com o enchimento do reservatório de água.
(D) o leito de cheia sofreu um alargamento progressivo a jusante da albufeira.

28.2. De acordo com os dados fornecidos, os movimentos de reptação
(A) começaram a ser registados quando o nível de água na albufeira atingiu, pela primeira vez, a cota de 650 metros.
(B) foram essencialmente potenciados pelo aumento da cota de enchimento da albufeira.
(C) aumentaram quando se atingiu a cota máxima de segurança de enchimento da albufeira.
(D) atingiram 3 cm/dia quando o nível de água na albufeira alcançou, pela primeira vez, a cota de 700 metros.

28.3. O acidente da barragem de Vajont foi facilitado pela
(A) atitude da estratificação dos materiais da vertente.
(B) elevada coesão entre os detritos que constituíam a vertente.
(C) abundante vegetação existente na vertente.
(D) reduzida permeabilidade dos calcários da vertente.

28.4. Argilitos são rochas de origem
(A) quimiogénica que resultam da cimentação de argilas.
(B) quimiogénica que resultam da litificação de argilas.
(C) detrítica que resultam da meteorização de argilas.
(D) detrítica que resultam da diagénese de argilas.

28.5. Explique a influência da água e das camadas argilosas na ocorrência do movimento em massa de 1963, na vertente sul do vale de Vajont.

29. As Selvagens são um pequeno grupo de ilhas vulcânicas pertencentes ao arquipélago da Madeira. Estas ilhas são constituídas por dois vulcões edificados na litosfera oceânica. A sua origem ainda é objeto de discussão, mas a hipótese mais aceite é a da existência de um *hotspot* associado ao movimento lento da placa Africana sobre uma ou mais plumas térmicas.
A Selvagem Grande, a maior das ilhas, é encimada por uma zona planáltica na qual se destaca o Pico da Atalaia, 163 m acima do atual nível médio das águas do mar. A sua coluna vulcano-estratigráfica simplificada está representada na Figura 3. O Complexo Vulcânico Inferior, formado em ambiente marinho, é constituído por rochas com cristais de maior dimensão incluídos numa matriz microcristalina, que alternam com brechas e com tufos vulcânicos. As rochas deste complexo são subsaturadas em sílica e foram datadas com base em $^{40}Ar/^{39}Ar$. Sobre esta sequência litológica assenta um complexo sedimentar que inclui rochas carbonatadas com fósseis marinhos datados do Miocénico e rochas detríticas resultantes da erosão das rochas vulcânicas. Segue-se o Complexo Vulcânico Superior, constituído por tufos vulcânicos e *lapilli*, que alternam com escoadas lávicas essencialmente basálticas.

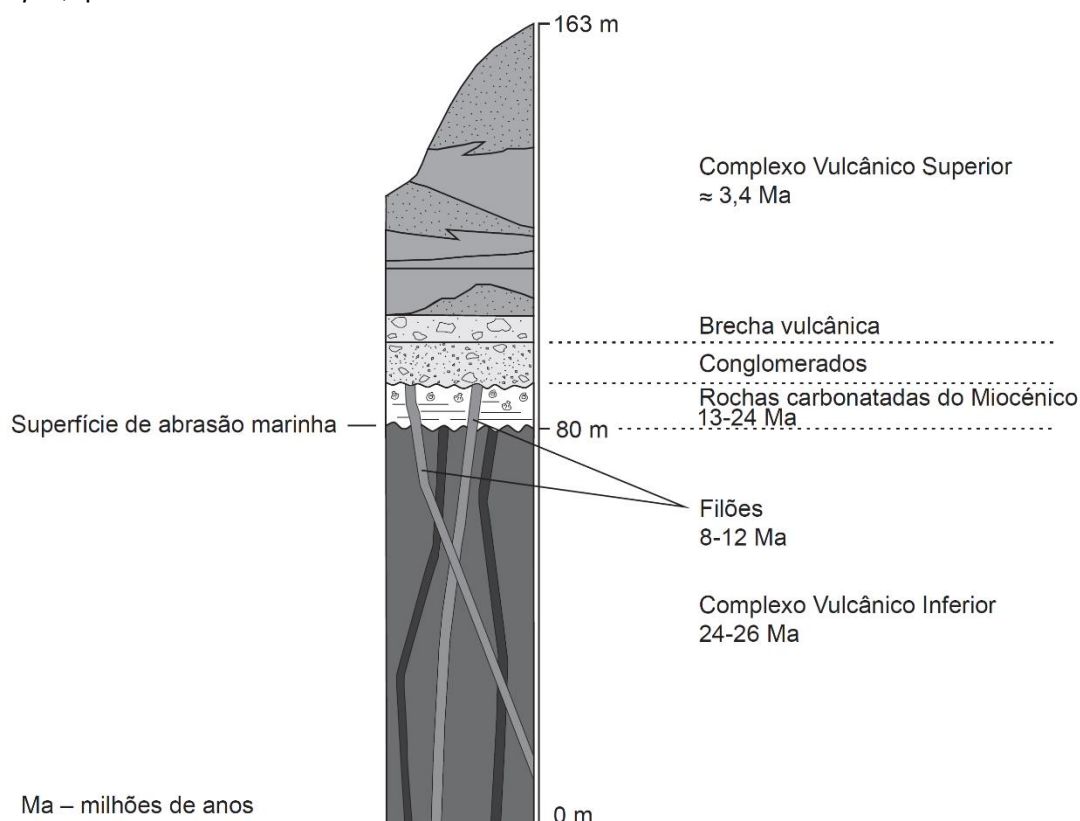



Figura 3 – Coluna vulcano-estratigráfica da Selvagem Grande

29.1. A hipótese mais aceite para a origem das ilhas Selvagens sugere a ascensão de magmas
(A) pobres em sílica e provenientes do manto inferior.
(B) ricos em sílica e provenientes do manto inferior.
(C) ricos em sílica e provenientes da astenosfera.
(D) pobres em sílica e provenientes da astenosfera.

29.2. A observação macroscópica das rochas do Complexo Vulcânico Inferior que alternam com as brechas e com os tufos permite inferir que o magma que lhes deu origem
(A) consolidou muito lentamente.
(B) consolidou em diferentes momentos.
(C) possuía elevada viscosidade.
(D) possuía elevada percentagem de gases.

29.3. O Complexo Vulcânico Inferior provavelmente integra
(A) cinzas resultantes de erupções vulcânicas subaéreas.
(B) *lapilli* associados a magmas de elevada viscosidade.
(C) *pillow* lavas associadas a magmas de baixa viscosidade.
(D) lavas encordoadas resultantes de erupções subaquáticas.

29.4. Considerando que o período de semivida do ^{40}Ar é 1248 milhões de anos, as rochas do Complexo Vulcânico Inferior, comparativamente com as rochas do Complexo Vulcânico Superior, apresentam uma razão ^{40}Ar/^{39}Ar
(A) menor, e em ambos os complexos esta razão é inferior a 1.
(B) menor, e em ambos os complexos esta razão é superior a 1.
(C) maior, e em ambos os complexos esta razão é inferior a 1.
(D) maior, e em ambos os complexos esta razão é superior a 1.

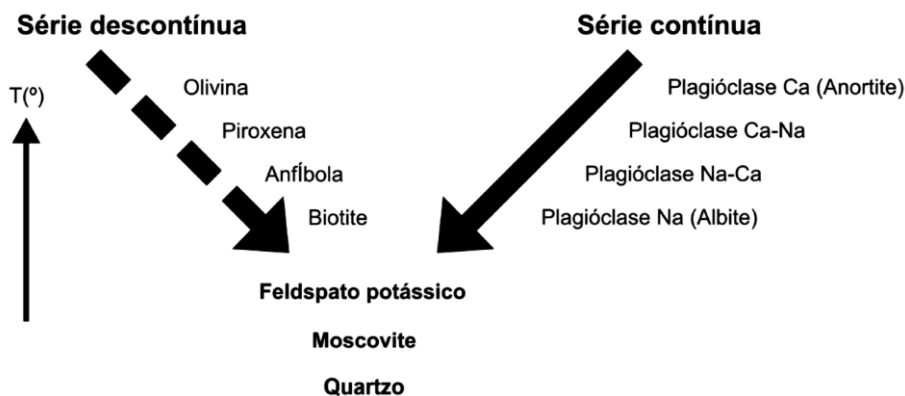
29.5. A existência de rochas sedimentares na ilha Selvagem Grande evidencia um período de
(A) acalmia da atividade vulcânica e subsequente erosão do edifício vulcânico.
(B) intensa atividade vulcânica e subsequente construção do edifício vulcânico.
(C) levantamento crustal associado a convergência de placas litosféricas.
(D) estiramento crustal associado a divergência de placas litosféricas.

29.6. Considere as afirmações seguintes, referentes às rochas que constituem as ilhas Selvagens.
De acordo com os dados,
I. a idade das rochas vulcânicas foi estimada com recurso a isótopos instáveis.
II. as rochas carbonatadas são mais antigas do que os organismos fossilizados nelas contidos.
III. na datação das rochas sedimentares recorreu-se a fósseis com uma grande distribuição estratigráfica.
(A) III é verdadeira; I e II são falsas.
(B) II e III são verdadeiras; I é falsa.
(C) I é verdadeira; II e III são falsas.
(D) I e II são verdadeiras; III é falsa.

29.7. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir parte da história geológica da Selvagem Grande.
A. Formação de rochas sedimentares detríticas de grão grosseiro.
B. Erupções vulcânicas subaéreas.
C. Instalação de filões em estratos com fósseis miocénicos.
D. Erupções vulcânicas subaquáticas.
E. Deposição de sedimentos carbonatados.

29.8. Existem dados geológicos que apontam para a possibilidade de ter ocorrido levantamento crustal na ilha Selvagem Grande.
Fundamente esta possibilidade, apresentando dois dados que a evidenciem.

30. Na região de Carrazeda de Ansiães, ocorrem diversos granitos, ***x***, ***y*** e ***z***, de idade carbónica, que intruíram formações de rochas metamórficas de baixo grau, de idade câmbrica.
Em alguns dos granitos ***x***, ***y*** e ***z***, e também nas rochas encaixantes, há vestígios de pequenas explorações mineiras associadas aos filões de quartzo que cortam os granitos. Os granitos ***x***, ***y*** e ***z*** definem uma série de diferenciação magmática, em que a cristalização fracionada terá sido o mecanismo responsável pela origem dos granitos ***z*** e ***x*** a partir do magma granítico ***y***. A Figura 4 representa as séries reacionais de Bowen, que constituem um modelo explicativo da cristalização fracionada.
O granito de duas micas ***y*** apresenta quantidades idênticas de biotite e de moscovite. O granito moscovítico-biotítico ***z*** tem mais moscovite do que biotite, enquanto o granito ***x*** só apresenta moscovite.
No que se refere às plagióclases, o granito ***x*** é composto apenas por albite, enquanto nos granitos ***y*** e ***z*** a composição varia de albite a oligóclase.

Figura 4

30.1. Ao consolidarem à superfície, materiais de composição idêntica à dos granitos provavelmente originariam uma rocha
(A) mesocrática, do tipo dos andesitos.
(B) leucocrática, do tipo dos riólitos.
(C) rica em minerais máficos, do tipo dos riólitos.
(D) rica em minerais félsicos, do tipo dos andesitos.

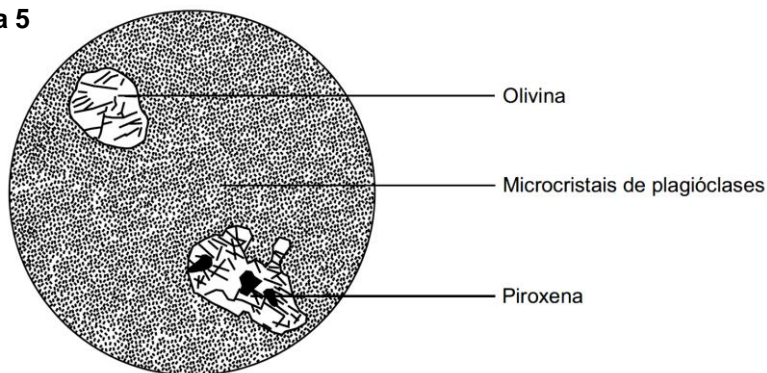
30.2. Dos seguintes minerais, o menos estável à superfície terrestre é
(A) a olivina.
(B) a anfíbola.
(C) o feldspato potássico.
(D) o quartzo.

30.3. Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica mais provável dos acontecimentos relacionados com a instalação dos granitos da região de Carrazeda de Ansiães.
A. Formação do granito moscovítico-biotítico ***z***.
B. Formação do granito de duas micas ***y***.
C. Formação do granito moscovítico ***x***.
D. Metamorfismo regional de sedimentos durante o Câmbrico.
E. Instalação de filões de quartzo.

30.4. Explique o enriquecimento em albite do granito ***y*** para o granito ***x***.

31. Ordene as letras de **A** a **F**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com a transformação de um granito até que se venha a formar outra rocha magmática. Inicie pela letra **A**.
A. Ação de movimentos tectónicos que levam à exposição do granito.
B. Acumulação de sedimentos, originando estratos.
C. Meteorização da rocha granítica.
D. Cristalização de minerais a partir de material silicatado em fusão.
E. Remoção de partículas do granito alterado.
F. Adaptação mineralógica e textural ao aumento de temperatura e pressão.

32. A Figura 5 representa um esquema feito a partir de uma fotografia de uma lâmina delgada de uma rocha magmática observada ao microscópio petrográfico, distinguindo-se fenocristais de olivina e de piroxena e microcristais alongados de plagióclases.

Figura 5

32.1. A rocha representada resultou da solidificação de um magma _______, com origem na fusão de materiais essencialmente ______.

(A) riolítico … mantélicos
(B) riolítico … crustais
(C) basáltico … mantélicos
(D) basáltico … crustais

32.2. A rocha representada classifica-se, quanto à cor, como uma rocha _____, estando esta característica relacionada com a _____ relativa de minerais máficos na sua composição.

(A) leucocrática … escassez
(B) melanocrática … abundância
(C) leucocrática … abundância
(D) melanocrática … escassez

32.3. A olivina, relativamente à piroxena, apresenta, geralmente, ponto de fusão mais

(A) elevado, pelo que tende a cristalizar antes da piroxena.
(B) elevado, pelo que tende a cristalizar depois da piroxena.
(C) baixo, pelo que tende a cristalizar antes da piroxena.
(D) baixo, pelo que tende a cristalizar depois da piroxena.

32.4. A piroxena e a olivina contêm quase sempre ferro. Quando estes minerais sofrem alteração, o ferro ferroso (Fe^{2+}) passa a ferro férrico (Fe^{3+}). Este processo de meteorização química ocorre por

(A) dissolução.
(B) oxidação.
(C) incorporação.
(D) hidrólise.

32.5. Explique de que modo a textura da rocha representada na Figura 4 permite inferir a existência provável de dois tempos de cristalização.

32.6. Supõe-se que uma ínfima parte dos granitos teve origem na diferenciação magmática a partir de magmas basálticos.
Explique a formação de granito a partir de um magma original basáltico.

33. A alteração química de um determinado tipo de sedimento é tanto _____ quanto maior for a área de contacto de cada uma das partículas com o ambiente. Assim, as escombreiras que resultaram de minérios que foram submetidos a moagens mais ______ são suscetíveis de provocar uma maior contaminação ambiental.

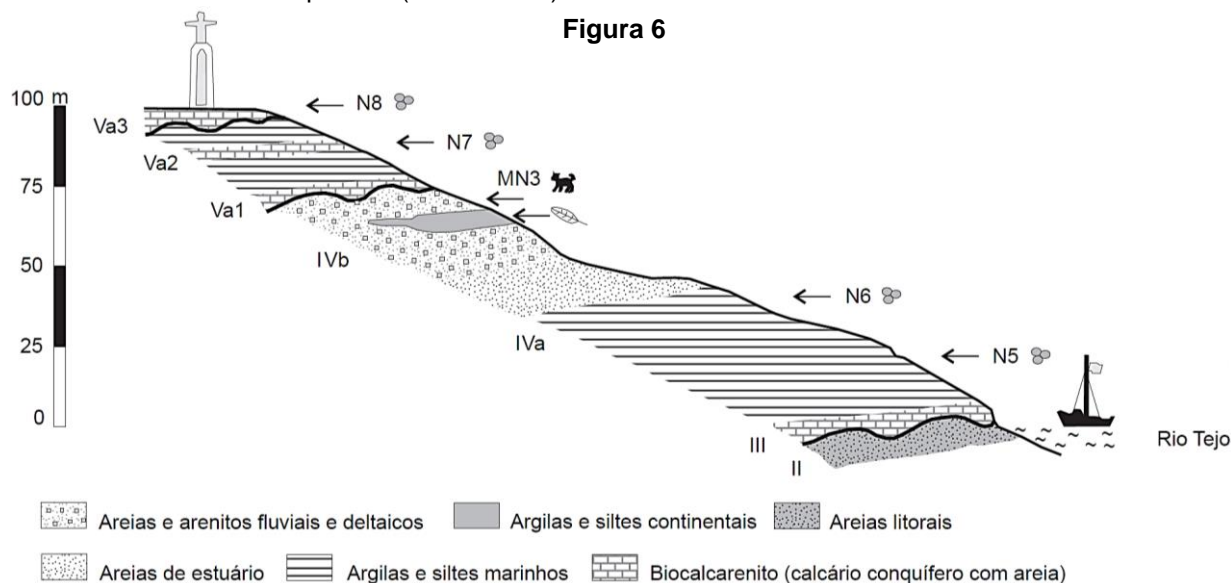
(A) maior [...] grosseiras
(B) maior [...] finas
(C) menor [...] grosseiras
(D) menor [...] finas

34. Explique de que modo a acumulação da ganga em escombreiras, a céu aberto, pode ter impactes na atmosfera, na hidrosfera e na geosfera.

35. O Atlântico invadiu a bacia do Baixo Tejo no início do Miocénico inferior. Desde então, a sedimentação tem ocorrido na interface continente-oceano, com oscilações da linha de costa – ciclos transgressivo-regressivos – dependentes de efeitos tectónicos e de variações do nível da água do mar.

Lisboa e a península de Setúbal estão localizadas no sector distal da bacia do Baixo Tejo, onde se encontram bem expostos estratos do Miocénico. Na determinação das idades desses estratos, o estudo do seu conteúdo fossilífero foi fundamental. Os foraminíferos (protozoários geralmente com concha calcária) foram particularmente importantes no que diz respeito aos sedimentos marinhos, enquanto os fósseis de mamíferos se revelaram importantes marcadores nas formações continentais.

Na Figura 6, está representado um corte geológico da arriba da margem esquerda do estuário do Tejo, sob o monumento a Cristo Rei, em Almada, na península de Setúbal. Os estratos, pouco deformados, fazem parte de unidades sequenciais bem definidas (II, III, IVa, IVb, Va1, Va2 e Va3), caracterizadas pela presença de determinadas associações de fósseis de foraminíferos (N) e de mamíferos (MN3). Podem ser destacados outros fósseis, como, por exemplo, moldes de moluscos (nas unidades III, Va1 e Va3), exemplares do molusco *Pereiraia gervaisi* (unidade IVa) e bancos de ostras e restos de plantas (unidade IVb).

Figura 6

35.1. Os fósseis de moluscos encontrados na unidade III, e referidos no texto, resultaram de processos de

(A) substituição da totalidade do ser vivo por matéria mineral.
(B) reprodução da morfologia da parte interna ou externa da concha.
(C) conservação completa das estruturas orgânicas do ser vivo.
(D) preservação de registos da atividade do animal marinho.

35.2. O molusco *Pereiraia gervaisi* é um fóssil de idade, pois esta espécie viveu num período de tempo relativamente

(A) curto e apresenta grande distribuição estratigráfica.
(B) longo e apresenta reduzida distribuição estratigráfica.
(C) curto e apresenta grande dispersão geográfica.
(D) longo e apresenta reduzida dispersão geográfica.

35.3. Os foraminíferos planctónicos representados na Figura 5 são considerados fósseis de fácies

(A) marinha e permitem a determinação da idade radiométrica das rochas.
(B) continental fluvial e permitem a determinação da idade radiométrica das rochas.
(C) marinha e contribuem para a interpretação do ambiente em que se formou a rocha.
(D) continental fluvial e contribuem para a interpretação do ambiente em que se formou a rocha.

35.4. As areias de estuário depositaram-se _______ das argilas e dos siltes marinhos da unidade IVa, o que permite deduzir que houve _______ da energia do agente de transporte.

(A) antes … uma diminuição
(B) depois … uma diminuição
(C) antes … um aumento
(D) depois … um aumento

35.5. A reconstituição de paleoambientes e a correlação entre unidades litostratigráficas com a mesma associação de fósseis encontradas em locais diferentes baseiam-se, respetivamente, nos princípios

(A) do atualismo e da identidade paleontológica.
(B) do catastrofismo e da identidade paleontológica.
(C) do atualismo e da sobreposição de estratos.
(D) do catastrofismo e da sobreposição de estratos.

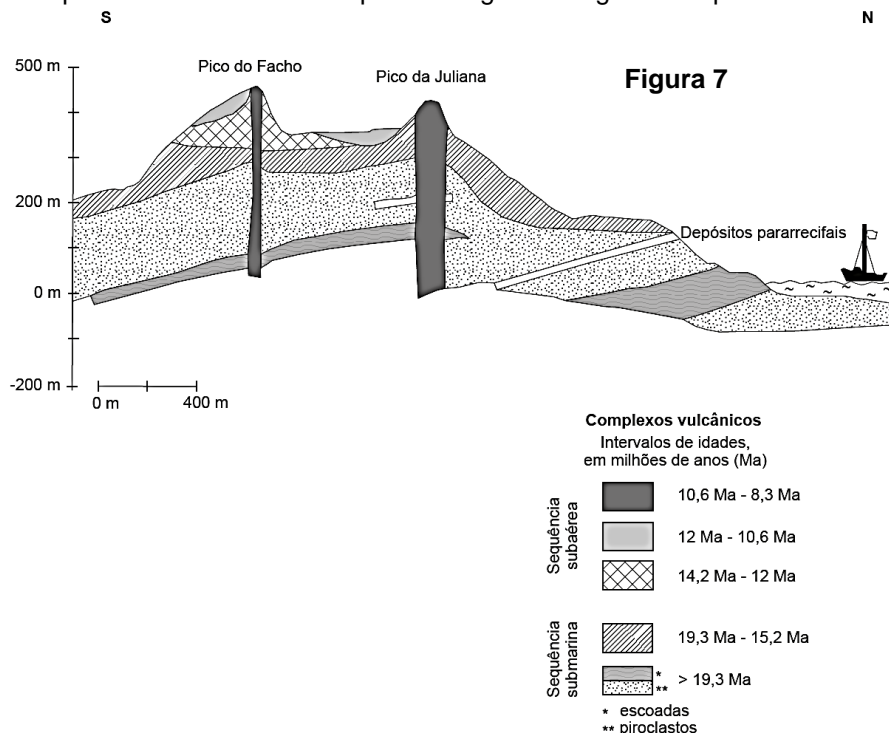
35.6. Ao longo do curso de um rio, a velocidade da corrente tende, geralmente, a

(A) aumentar, sendo os detritos sucessivamente menos arredondados.
(B) aumentar, sendo os detritos sucessivamente mais grosseiros.
(C) diminuir, sendo os detritos sucessivamente mais finos.
(D) diminuir, sendo os detritos sucessivamente menos calibrados.

35.7. A ocupação antrópica desordenada nas bacias hidrográficas conduz a

(A) uma diminuição da escorrência superficial da água meteórica, aumentando o risco de cheia.
(B) uma diminuição da infiltração da água meteórica, aumentando a ação erosiva dos rios.
(C) um aumento da escorrência superficial da água meteórica, diminuindo o risco de cheia.
(D) um aumento da infiltração da água meteórica, diminuindo a ação erosiva dos rios.

35.8. Relacione o conteúdo fossilífero das unidades IVa e IVb com a variação do nível da água do mar.

36. Na ilha de Porto Santo, pertencente ao Arquipélago da Madeira e Selvagens, afloram dois tipos de rochas – rochas magmáticas, diretamente associadas ao vulcanismo originador da própria ilha, e rochas sedimentares.
O corte geológico representado na Figura 7, aproximadamente S-N, mostra os complexos vulcânicos, predominantemente basálticos, atravessados por chaminés vulcânicas. A sequência submarina integra as rochas mais antigas e a sequência subaérea integra as rochas mais recentes.
As rochas sedimentares cobrem cerca de um terço da superfície da ilha e incluem rochas calcárias com variados tipos de fósseis marinhos. A partir do Miocénico (aproximadamente, de 23 Ma a 5,3 Ma) e até finais da glaciação Würm (18000 anos), a plataforma marinha que se desenvolveu à volta da ilha deverá ter desempenhado um papel fundamental na génese destas rochas calcárias com fósseis. Essa antiga plataforma tem, atualmente, o seu limite a 100 metros de profundidade. A temperatura das águas e a composição em cálcio das rochas basálticas foram os fatores que mais contribuíram para o desenvolvimento de organismos de concha e esqueleto carbonatados. Estes materiais carbonatados, provenientes de tais organismos, acumulados sobre a plataforma e atuados por correntes marinhas, fragmentaram-se e depositaram-se em locais preferenciais, juntamente com blocos de rochas magmáticas, originando brechas de cimento calcário. Por outro lado, a erosão terá, também, originado grandes quantidades de areias bioclásticas, isto é, formadas pela fragmentação de conchas. Finalmente, o vento, principalmente soprando de norte, constituiu o meio de transporte destes sedimentos para as regiões abrigadas da parte emersa da ilha.

36.1. De acordo com alguns autores, a ilha de Porto Santo terá resultado da ação de uma pluma mantélica que se formou a uma profundidade de 125 km, no interior da _______, que é uma zona _______.

(A) astenosfera … atravessada só por ondas P

(B) astenosfera … de baixa velocidade sísmica

(C) litosfera … atravessada por ondas P e S

(D) litosfera … de sombra sísmica

36.2. No complexo vulcânico mais antigo representado na Figura 6, podem ser encontradas _______, resultantes de atividade vulcânica _______.

(A) *pillow* lavas … submarina

(B) lavas encordoadas … submarina

(C) *pillow* lavas … subaérea

(D) lavas encordoadas … subaérea

36.3. Durante a glaciação Würm, ocorreu uma ______ do nível do mar, pelo que a área da ilha era consideravelmente ______ à de hoje.

(A) subida … superior

(B) subida … inferior

(C) descida … superior

(D) descida … inferior

36.4. Os sedimentos marinhos posteriormente transportados pelo vento para as zonas mais abrigadas da ilha são

(A) mal calibrados e angulosos.

(B) bem calibrados e angulosos.

(C) mal calibrados e arredondados.

(D) bem calibrados e arredondados.

36.5. As rochas vulcânicas submarinas mais antigas apresentam, para um determinado elemento _______, uma razão de isótopos-pai/isótopos-filho _______ do que as rochas vulcânicas submarinas mais recentes.

(A) instável … maior

(B) instável … menor

(C) estável … maior

(D) estável … menor

36.6. A inferência das condições ambientais que existiam no passado, a partir do conhecimento do conteúdo fóssil dos depósitos pararrecifais, baseia-se no princípio

(A) do Atualismo.

(B) da Identidade Paleontológica.

(C) do Catastrofismo.

(D) da Sobreposição dos Estratos.

36.7. Ordene as frases identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos que, no ciclo das rochas, podem conduzir à formação de uma rocha plutónica a partir de uma rocha vulcânica.

A. Deposição de sedimentos, originando estratos.

B. Meteorização da rocha devido à atuação dos agentes de geodinâmica externa.

C. Cristalização de minerais a partir de magma.

D. Fusão da rocha em ambiente de pressão e de temperatura elevadas.

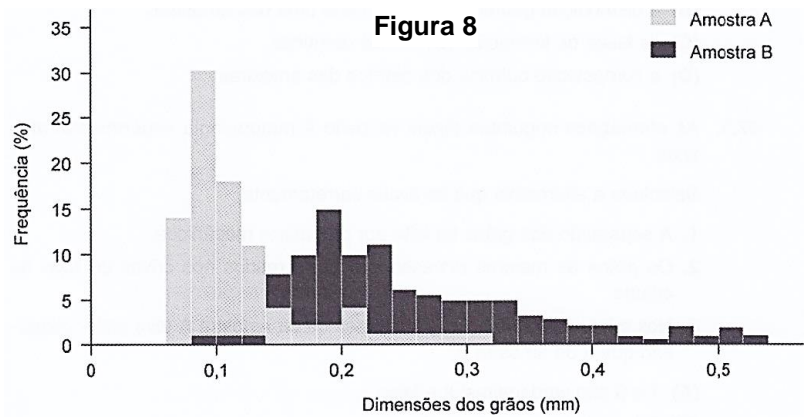
E. Recristalização de minerais, associada ao aumento da pressão litostática.

36.8. Explique, tendo em conta o teor em gases do magma, o tipo de atividade vulcânica que esteve na origem de cada uma das litologias com idade superior a 19,3 Ma representadas na Figura 6.

36.9. Uma parte significativa da ilha de Porto Santo está coberta por dunas, tanto consolidadas como móveis, sendo as primeiras formadas por areias ligadas por carbonato de cálcio e as segundas formadas por areias soltas.
Explique a formação das dunas consolidadas, tendo em conta a origem dos sedimentos e do cimento que as constituem.

37. Em zonas oceânicas distintas, foram recolhidas duas amostras de formações sedimentares (A e B), com o mesmo peso. Em laboratório, foi feito o estudo granulométrico dessas amostras. A separação dos detritos, nas duas amostras, fez-se recorrendo a uma coluna de crivos, cujas malhas, rigorosamente calibradas, eram cada vez mais finas, do topo para a base da coluna. Os detritos ficaram retidos nos crivos de acordo com as dimensões que apresentavam. Os resultados do estudo estão expressos no gráfico da Figura 8. Na tabela 1, encontram-se as designações dos diferentes detritos, de acordo com as suas dimensões.

Tabela 1 — Escala de Udden e Wentworth

Designação do detrito	Dimensões (mm)
Areão	8 a 2
Areia grosseira	2 a 0,5
Areia média	0,5 a 0,1
Areia fina	0,1 a 0,06
Silte	0,06 a 0,004
Argila	Inferior a 0,004

37.1. Classifique como verdadeira **(V)** ou falsa **(F)** cada uma das afirmações seguintes, relativas à interpretação dos resultados do estudo.

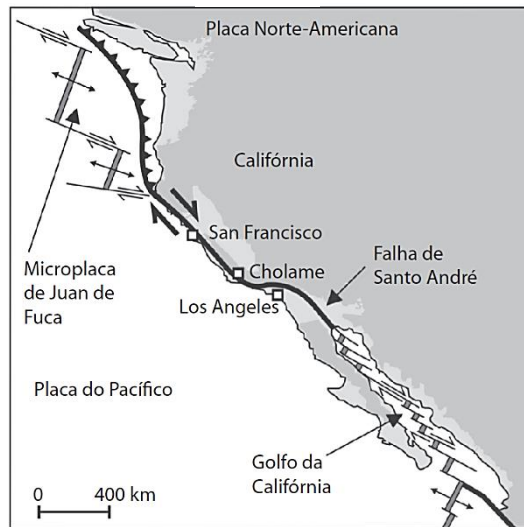
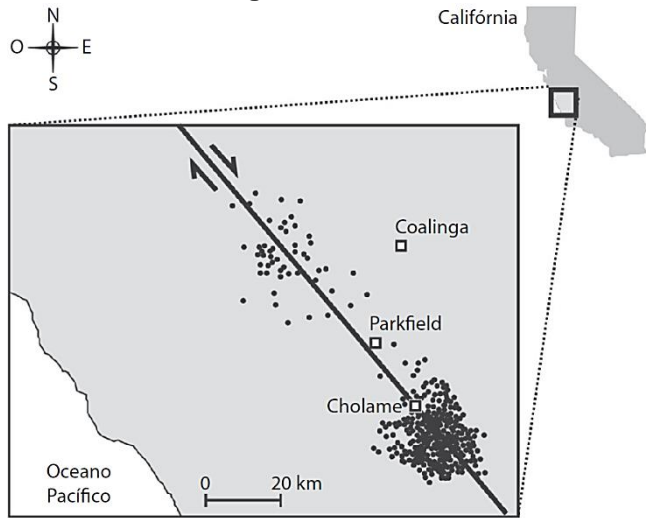
(A) A amostra B é essencialmente constituída por detritos de dimensões inferiores a 0,2 mm.
(B) A amostra A é mais bem calibrada do que a amostra B.
(C) A amostra B revela maior homogeneidade granulométrica do que a amostra A.
(D) As amostras A e B apresentam a mesma percentagem de areias.
(E) A amostra B é constituída por elevada percentagem de argila.
(F) Na amostra A, não há grãos de dimensões inferiores a areias.
(G) A amostra A apresenta maior percentagem de areia fina do que a amostra B.
(H) Os detritos da amostra A foram depositados num ambiente de elevada energia.

37.2. O objetivo do procedimento laboratorial foi determinar
(A) o agente de meteorização dos detritos.
(B) a distribuição granulométrica de cada uma das amostras.
(C) as fases de formação das rochas detríticas.
(D) a composição química dos detritos das amostras.

37.3. As afirmações seguintes dizem respeito à metodologia experimental utilizada.
1. A separação dos grãos foi feita por processos mecânicos.
2. Os grãos de maiores dimensões ficaram retidos nos crivos de topo da coluna.
3. Nos crivos, a distribuição granulométrica da amostra A teve maior dispersão que a da amostra B.

(A) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
(B) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(C) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(D) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.

37.4. Explique, com base no conceito de porosidade e nos resultados do estudo granulométrico apresentados no gráfico da Figura 8, a diferença de porosidade das duas amostras.

38. A falha de Santo André, cujo contexto tectónico se representa na Figura 9A, situa-se na costa oeste dos Estados Unidos.
O sector desta falha localizado na região de Cholame move-se de forma regular a uma taxa média de 28 mm/ano. A regularidade e a recorrência dos eventos sísmicos neste sector contrastam com as dos restantes sectores a NO e a SE, caracterizados por uma irregularidade sísmica com predomínio de deslocamentos bruscos e violentos. Na Figura 9B, assinala-se a distribuição dos epicentros no sector de Cholame, para um dado período de tempo.
Rochas do grupo dos serpentinitos têm vindo a ser associadas a este sector da falha. Com efeito, os serpentinitos são quase sempre o resultado de processos metamórficos de baixo grau, frequentemente condicionados pela circulação de fluidos em zonas de falha. Estes processos atuam em rochas de proveniência mantélica, de tipo peridotítico, muito ricas em olivina.
A presença de talco em serpentinitos, identificados em sondagens realizadas na região de Cholame, permite inferir que o talco se está aqui a formar como resultado da reação de minerais do grupo da serpentina com fluidos hidrotermais ricos em dióxido de carbono, que ascendem ao longo do plano de falha.
A identificação de talco em serpentinitos associados a ambientes tectónicos ativos é um dado com muito significado, uma vez que, tendo o talco uma resistência friccional baixa, poderá estar associado ao movimento mais contínuo da falha neste sector.

38.1. Ao longo da falha de Santo André, ocorre predominantemente
(A) convergência entre a placa do Pacífico e a microplaca de Juan de Fuca.
(B) deslizamento lateral entre a placa do Pacífico e a microplaca de Juan de Fuca.
(C) convergência entre a placa do Pacífico e a placa Norte-Americana.
(D) deslizamento lateral entre a placa do Pacífico e a placa Norte-Americana.

38.2. Os sismos gerados na falha de Santo André caracterizam-se por terem geralmente focos
(A) profundos, onde o comportamento frágil dos materiais da litosfera tende a predominar.
(B) profundos, onde o comportamento dúctil dos materiais da litosfera tende a predominar.
(C) superficiais, onde o comportamento frágil dos materiais da litosfera tende a predominar.
(D) superficiais, onde o comportamento dúctil dos materiais da litosfera tende a predominar.

38.3. As tensões existentes no sector de Cholame da falha de Santo André induzem um regime tectónico em que
(A) os blocos da falha sofrem essencialmente movimentos paralelos à direção do plano de falha.
(B) os blocos da falha sofrem essencialmente movimentos perpendiculares à direção do plano de falha.
(C) o bloco superior da falha desce relativamente ao bloco inferior.
(D) o bloco superior da falha sobe relativamente ao bloco inferior.

38.4. O deslocamento relativo dos dois blocos de uma falha é geralmente quantificado
(A) pela direção da falha.
(B) pelo rejeito da falha.
(C) pela inclinação da falha.
(D) pelo plano de falha.

38.5. Os peridotitos caracterizam-se por serem rochas geoquimicamente
(A) ácidas, constituídas essencialmente por silicatos de cálcio, de ferro e de magnésio.
(B) ultrabásicas, constituídas essencialmente por silicatos de alumínio, de sódio e de potássio.
(C) ultrabásicas, constituídas essencialmente por silicatos de cálcio, de ferro e de magnésio.
(D) ácidas, constituídas essencialmente por silicatos de alumínio, de sódio e de potássio.

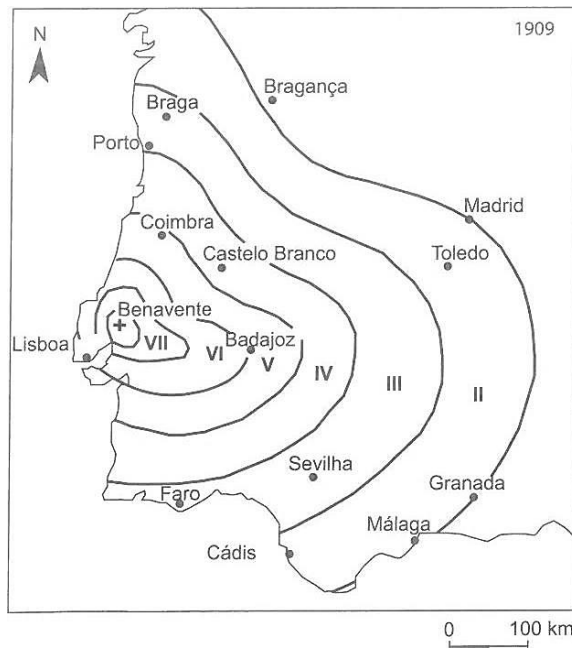
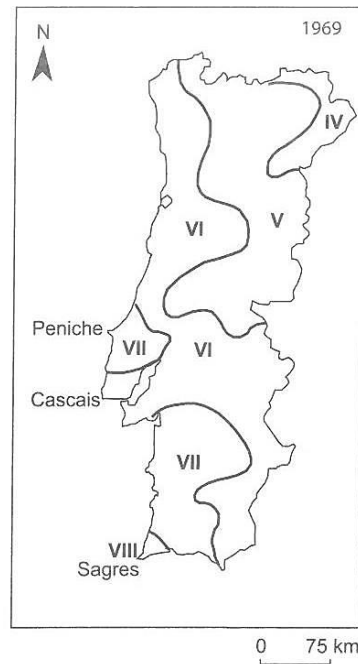
38.6. Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência correta dos processos geológicos envolvidos na formação do talco identificado nas sondagens efetuadas no sector de Cholame.
A. Reação da olivina com fluidos hidrotermais.
B. Génese da falha de Santo André.
C. Reação da serpentina com fluidos ricos em CO_2.
D. Formação de peridotitos mantélicos.
E. Formação de serpentinitos.

38.7. Explique por que razão na região do vale de Cholame se regista uma elevada concentração de epicentros de sismos de reduzida magnitude.

39. Em Portugal continental, no século XX, registaram-se dois sismos de grande relevância.
O primeiro ocorreu a 23 de abril de 1909, com epicentro junto a Benavente, numa zona de leito de cheia do rio Tejo. Neste sismo, verificou-se a abertura de fendas no solo, pelas quais foi ejetada água com areia, evidenciando-se a liquefação dos terrenos.
Cerca de sessenta anos mais tarde, no dia 28 de fevereiro de 1969, foi registado outro sismo, com epicentro a SO de Sagres, gerado por uma falha inversa com uma pequena componente de desligamento. O piloto de uma embarcação de pesca, que navegava na região do epicentro, relatou a formação de ondas descomunais, que submergiram a proa do barco, e a alteração da água do mar, que ficou castanha e espessa.
As Figuras 10A e 10B representam as cartas de isossistas dos sismos de 1909 e de 1969.

Figura 10A

Figura 10B

N
1969
IV
VI
V
Peniche
VII
VI
Cascais
VII
VIII
Sagres
0
75 km

39.1. A diferença da intensidade do sismo de 1969 em Peniche e em Cascais poderá estar relacionada com
(A) a distância daquelas localidades ao epicentro.
(B) a grande magnitude do sismo.
(C) a profundidade do hipocentro.
(D) a diferença das litologias nas duas regiões.

39.2. Considere as afirmações seguintes, referentes aos sismos de 1909 e de 1969.
1. O sismo de 1909 foi praticamente impercetível em Bragança.
2. O sismo de 1909 teve a mesma intensidade no Porto e em Badajoz.
3. Os mapas de isossistas permitem inferir que a magnitude dos sismos de 1909 e de 1969 foi semelhante.

(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

39.3. Para a intensidade registada na zona do epicentro do sismo de Benavente, contribuiu
(A) a existência de rochas consolidadas na região.
(B) a reduzida amplitude das ondas L no leito de cheia do rio Tejo.
(C) a mistura dos sedimentos com a água contida nos seus poros.
(D) a propagação das ondas S nas águas do rio Tejo.

39.4. O sismo de Benavente, de 1909, pode ser considerado _____ e resultou do comportamento _____ das rochas.
(A) intraplaca ... frágil
(B) interplaca ... dúctil
(C) intraplaca ... dúctil
(D) interplaca ... frágil

39.5. Em Jacarta, na Indonésia, a cerca de 12700 km de Sagres, os sismógrafos não registaram as ondas S diretas do sismo de 1969, porque aquelas ondas não atravessaram o limite
(A) crosta continental — manto.
(B) manto — núcleo externo.
(C) núcleo externo — núcleo interno.
(D) crosta oceânica — manto.

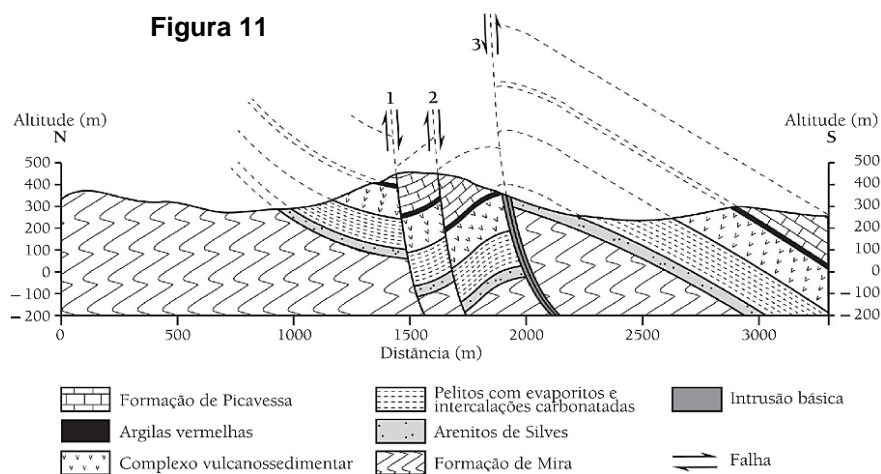
39.6. A ocorrência, na zona de Benavente, de nascentes que apresentam artesianismo repuxante, nas quais a água, sob pressão, jorra à superfície, relaciona-se com

(A) a proximidade do leito do rio Tejo.
(B) a extensa área da bacia hidrográfica.
(C) a existência de aquíferos cativos.
(D) a elevada porosidade dos sedimentos.

39.7. Refira o nome que se dá à relação entre o volume de vazios e o volume total de uma amostra de rocha.

39.8. Explique, com base no mecanismo que gerou o sismo de 1969, os acontecimentos testemunhados pelo piloto da embarcação de pesca, no momento em que aquele sismo ocorreu.

40. A Rocha da Pena, cujo corte se representa na Figura 11, localiza-se no Algarve, próximo de Salir, no concelho de Loulé, e está referenciada como Sítio Classificado, ao abrigo do Decreto-Lei n.° 392/91, de 10 de outubro. Trata-se de um património geológico que importa valorizar e divulgar como um georrecurso cultural, não renovável, e que deve ser preservado e legado como herança às gerações futuras. Apresenta diversas unidades litoestratigráficas, entre elas, a formação de Mira, constituída por xistos argilosos, o complexo vulcano-sedimentar, constituído por piroclastos, tufos vulcânicos, brechas vulcânicas, escoadas de basaltos e intrusões magmáticas, e a formação de Picavessa, constituída por calcários e brechas com fósseis de corais e de gastrópodes.

Figura 11

40.1. A Rocha da Pena apresenta a sul material com comportamento _______ originando deformações em anticlinal, que evidenciam a ação de forças _______.

(A) dúctil [...] compressivas
(B) dúctil [...] distensivas
(C) frágil [...] compressivas
(D) frágil [...] distensivas

40.2. As falhas 1 e 2 representadas na Figura 11 são ______ e o seu plano de falha define-se pela direção e _______.

(A) inversas [...] pela inclinação
(B) normais [...] pelo rejeito
(C) normais [...] pela inclinação
(D) inversas [...] pelo rejeito

40.3. As formações calcárias da Rocha da Pena apresentam um modelado que é devido

(A) ao facto de a água da chuva adquirir menor acidez ao atravessar as diferentes camadas da atmosfera.
(B) a um processo lento e natural de abertura de fraturas através da dissolução do carbonato de cálcio.
(C) ao enriquecimento dos calcários da formação de Picavessa em dióxido de carbono atmosférico.
(D) à introdução de águas enriquecidas em iões de cálcio no núcleo das deformações em anticlinal.

40.4. Ordene as letras de **A** a **F**, de modo a sequenciar, do passado para o presente, os acontecimentos referentes à formação da Rocha da Pena. Inicie a ordenação pela afirmação **A**.

A. Deposição dos detritos que deram origem aos arenitos de Silves.
B. Atuação de agentes erosivos.
C. Atuação de forças compressivas, originando dobras.
D. Deposição do complexo vulcano-sedimentar.
E. Rutura dos materiais originando falhas.
F. Formação dos calcários de Picavessa.

40.5. A formação de Picavessa, que constitui as escarpas da Rocha da Pena, apresenta litologias indicadoras de que aqueles materiais tiveram origem em plataformas marinhas carbonatadas de águas quentes, límpidas e pouco profundas.
Explique, utilizando o princípio das causas atuais, de que modo a presença de fósseis de corais permite deduzir o paleoambiente em que foi originada a formação de Picavessa.

41. O Parque Nacional de Yellowstone, o mais antigo parque nacional do mundo, está localizado nos Estados Unidos da América e cobre uma área de 8987 km^2. Yellowstone é um ponto quente, com uma pluma de magma que se ergue do manto, penetrando em rochas ácidas.
Apesar da atual aparência pacífica da paisagem, Yellowstone sofreu períodos de violência extrema no último milhão de anos. Esse passado resultou na presença de milhares de fontes termais, fumarolas, géiseres e caldeiras naturais.
Exemplos dessa atividade vulcânica são os géiseres, sendo o *Old Faithful* (Velho Fiel) um dos mais conhecidos do mundo pela regularidade das suas erupções. Os estudos dos géiseres do parque, que têm vindo a ser efetuados, sugerem que as secas provocadas pelas alterações climáticas estão a retardar as erupções regulares, podendo estas, em condições extremas, virem a cessar num futuro próximo. Entre 1998 e 2006, os geólogos acompanharam a periodicidade das erupções de cinco géiseres do parque, utilizando sensores de temperatura.
Em Yellowstone, a caldeira atual foi criada por uma erupção catastrófica que ocorreu há cerca de 640 000 anos e que libertou para a atmosfera 1000 km^3 de cinza, rocha e materiais piroclásticos, que recobriram uma área de milhares de quilómetros quadrados, devastando a paisagem.
Nenhuma erupção vulcânica ocorreu em Yellowstone, desde há 70 000 anos. Contudo, desde os anos 70 do século XX, os cientistas têm vindo a detetar mudanças significativas neste notável sistema vulcânico e hidrotermal, incluindo movimentos ascendentes do solo e aumento da atividade sísmica. Para acompanhar com rigor estas alterações, os cientistas colocaram 22 sismógrafos no parque. A análise dos dados registados permitiu revelar as dimensões da câmara magmática.
Das observações e dos estudos realizados recentemente, concluiu-se que estamos perante um sistema dinâmico, com episódios de ascensão e subsidência, a ocorrer em diferentes locais e em momentos distintos. Em 2006, o observatório vulcanológico de Yellowstone decidiu implementar um programa que se estenderá até 2015 e que equipará o local com sistemas de observação e de alerta mais sofisticados.

Figura 12A

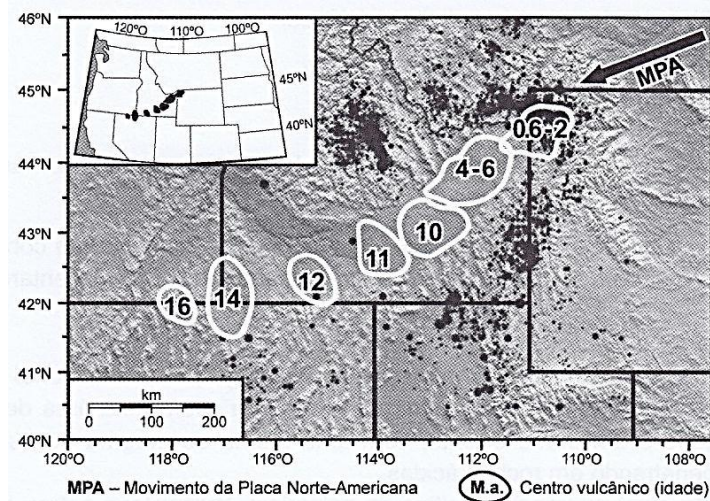
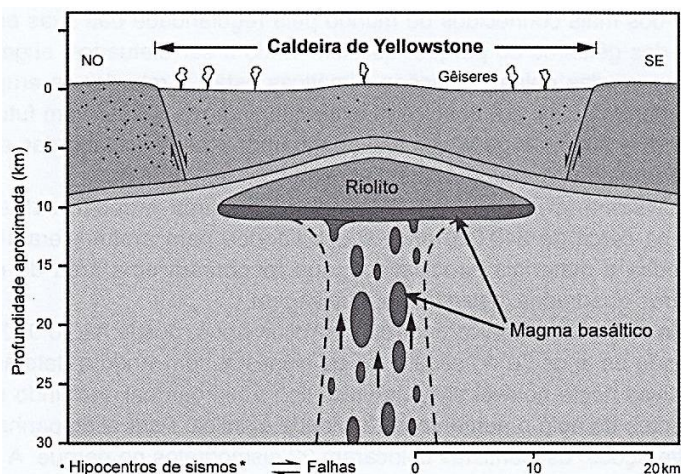



Figura 12B

41.1. Podemos encontrar géiseres e fumarolas que são exemplos de vulcanismo _______, em Yellowstone, região com gradiente geotérmico ______ elevado do que aquele que habitualmente encontramos na crosta continental.

(A) primário [...] mais
(B) secundário [...] menos
(C) primário [...] menos
(D) secundário [...] mais

41.2. As posições e idades dos centros vulcânicos de Yellowstone permitem inferir que __ está em movimento para __

(A) a Placa Norte-Americana [...] este
(B) o ponto quente [...] este
(C) a Placa Norte-Americana [...] oeste
(D) o ponto quente [...] oeste

41.3. A periodicidade das erupções do géiser *Old Faithful* alterou-se, porque o período de seca fez aumentar
(A) a temperatura dentro do reservatório de água.
(B) o ponto de ebulição da água do reservatório.
(C) a pressão da água no interior do reservatório.
(D) o tempo de recarga do reservatório de água.

41.4. Nos bordos da caldeira de Yellowstone, existem falhas ______ que contribuem, na atualidade, para a ocorrência de fenómenos ______.
(A) inversas [...] sísmicos
(B) normais [...] vulcânicos
(C) normais [...] sísmicos
(D) inversas [...] vulcânicos

41.5. A determinação das dimensões da câmara magmática através de um método ______ foi possível, porque, ao atingirem a câmara magmática, as ondas P ______ de velocidade, e as ondas S deixam de se propagar.
(A) direto [...] diminuem
(B) indireto [...] aumentam
(C) indireto [...] diminuem
(D) direto [...] aumentam

41.6. O facto de um magma basáltico apresentar menor teor em sílica do que um magma riolítico tem como consequência
(A) uma maior dificuldade na libertação dos gases.
(B) iniciar a solidificação a temperaturas mais elevadas.
(C) apresentar uma consistência mais viscosa.
(D) a formação de rochas de cor mais clara.

41.7. Pelas observações efetuadas em Yellowstone, os cientistas receiam que possam ocorrer, num futuro próximo, erupções explosivas com consequências devastadoras. Explique a possível ocorrência de erupções explosivas, tendo em conta que a atividade vulcânica em Yellowstone se deve à existência de um ponto quente.

42. A água desempenha um papel essencial na dinâmica terrestre. Estima-se que o volume de água mobilizada para a geodinâmica interna seja o dobro da existente nos oceanos. Os geólogos dão cada vez mais importância à água como lubrificante nas falhas, como agente transportador de calor, na transformação da mineralogia das rochas, na concentração de elementos químicos nos jazigos minerais metalíferos e na fusão das rochas.
À superfície, por ação dos agentes da geodinâmica externa, os minerais das rochas transformam-se, originando novos minerais, geralmente hidratados. Os sedimentos retêm a água quer entre eles, quer no seio dos minerais hidratados. Se ocorrer compactação, uma parte dessa água é expulsa.
Quando um magma granítico se instala na crosta, provoca um movimento de água ao longo de grandes distâncias. Em contacto com o magma, a água sobreaquecida acumula elementos dissolvidos, nomeadamente metais. Depois, escapa-se pelas fissuras da crosta.
No eixo das dorsais, a água do mar penetra a grandes profundidades, atingindo o manto superior quente.
A água do mar reaquecida interage com as rochas e, depois, volta a ascender, transportando numerosos elementos metálicos dissolvidos.
Também nas zonas de subducção, a crosta que mergulha transporta água, que desempenha um papel preponderante ao lubrificar o contacto de subducção e ao exercer, mais tarde, a sua ação a grande profundidade.
Para terminar o ciclo interno, a água do manto retorna à superfície, pela ação do vulcanismo das dorsais oceânicas ou do magmatismo acima das zonas de subducção.
O ciclo da água pode ser melhor compreendido através de análises isotópicas. Com efeito, uma pequena percentagem de água é sempre constituída pelo isótopo pesado de oxigénio (O^{18}), dependente da temperatura. Desta forma, a água que se encontra à superfície é pobre em O^{18}, contrariamente à que se encontra em profundidade.

42.1. As zonas de subducção, que contribuem para a circulação da água entre a crosta e o manto, são limites tectónicos _______ onde se exercem, predominantemente, forças _______.
(A) convergentes [...] compressivas
(B) convergentes [...] distensivas
(C) divergentes [...] distensivas
(D) divergentes [...] compressivas

42.2. A água transportada pela litosfera e que mergulha na zona de subducção determina uma maior ______ das rochas, porque _____ o ponto de fusão dos minerais.

(A) fragilidade [...] aumenta
(B) ductilidade [...] aumenta
(C) fragilidade [...] diminui
(D) ductilidade [...] diminui

42.3. A formação de minerais hidratados, a partir de um mineral de origem, é um processo de meteorização química por

(A) hidrólise.
(B) dissolução pela água.
(C) incorporação de água.
(D) oxidação.

42.4. O fenómeno de intrusão de magma granítico em rocha calcária promove o aparecimento de

(A) filito.
(B) mármore.
(C) gnaisse.
(D) quartzito.

42.5. Cada mineral apresenta características que refletem as condições do seu ambiente de formação.
Relacione a quantidade relativa do isótopo O^{18} numa amostra de biotite (domínio metamórfico) e numa amostra de caulinite (domínio sedimentar) com o ambiente de formação de cada um desses minerais.

42.6. Em cada etapa da sua viagem, da superfície para a profundidade e desta, de novo, para a superfície, a água interage fortemente com as rochas por onde circula. Explique, a partir dos dados fornecidos, o papel da água na formação de jazigos metálicos.

43. As salinas de Rio Maior situam-se a cerca de 30 km do oceano Atlântico, num vale onde abundam rochas evaporíticas – sal-gema e gesso (constituindo a chamada Formação de Dagorda, do Jurássico Inferior) – intercaladas por argilas e por carbonatos, também do Jurássico Inferior. A Formação de Dagorda aflora entre a serra dos Candeeiros, que se eleva a oeste, e as formações cenozoicas da Bacia do Baixo Tejo, que se situam a este.
O conjunto de unidades sedimentares da região de Rio Maior começou a depositar-se na Bacia Lusitaniana durante as etapas iniciais de abertura do Atlântico, a partir do Triásico – há cerca de 225 Ma –, no contexto do afastamento das placas Euro-Asiática e Norte-Americana. A evolução deste processo levou a que, no início do Jurássico, a sedimentação tenha ocorrido num ambiente de pouca profundidade, em lagoas alimentadas por águas marinhas, onde se depositaram intercaladamente níveis de argilas e de sal-gema. Hoje, o nível aflorante é formado por argilas residuais dessas intercalações.
As características do sal-gema contribuíram para que grandes massas de sal tivessem ascendido de níveis mais profundos até próximo da superfície, através de falhas, essencialmente, sob a ação da pressão das rochas sobrejacentes. Essas massas, que constituem o núcleo de anticlinais complexos, denominam-se domos salinos. O núcleo desses anticlinais, agora erodidos, originou depressões características – os vales tifónicos.
A água salgada, que é captada ao longo dos vales tifónicos da região, provém da extensa massa de sal-gema existente em profundidade, a qual é atravessada por água doce subterrânea. Pensa-se que o maciço calcário da serra dos Candeeiros seja a zona de infiltração principal da água meteórica que alimenta o aquífero.
Os domos salinos são ainda matéria de interesse na prospeção petrolífera, dado que muitas concentrações de hidrocarbonetos correspondem a reservatórios armadilhados (imobilizados) em anticlinais associados a algumas destas estruturas.

43.1. O alargamento do oceano Atlântico resultou de um rifte associado a vulcanismo do tipo

(A) fissural, com formação de litosfera continental.
(B) central, com ascensão de magma rico em aluminossilicatos.
(C) fissural, com ascensão de magma rico em minerais ferromagnesianos.
(D) central, com formação de litosfera oceânica.

43.2. A evolução tectónica e geográfica da Bacia Lusitaniana contribuiu para a formação de sal-gema, que resultou da precipitação de

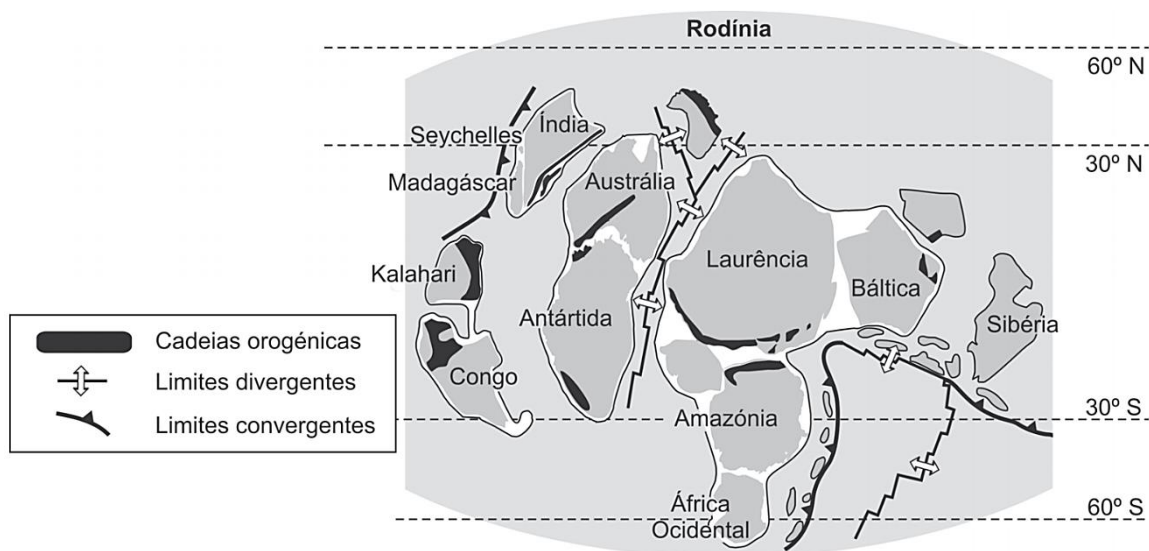
(A) halite, por evaporação da água.
(B) gesso, a partir de soluções sulfatadas.
(C) calcite, a partir de soluções carbonatadas.
(D) sílica, por evaporação da água.

43.3. Os domos salinos revelam anomalias gravimétricas
(A) negativas, uma vez que o sal-gema é uma rocha de baixa densidade.
(B) negativas, uma vez que o sal-gema é uma rocha de elevada densidade.
(C) positivas, uma vez que o sal-gema é uma rocha de baixa densidade.
(D) positivas, uma vez que o sal-gema é uma rocha de elevada densidade.

43.4. Na área das salinas de Rio Maior, a ocorrência natural de águas cloretadas sódicas com salinidade elevada está relacionada com a
(A) contaminação das águas do aquífero por águas oceânicas.
(B) acumulação de água fóssil com cerca de 195 M.a.
(C) infiltração de águas meteóricas através das argilas.
(D) dissolução de rochas quimiogénicas por águas subterrâneas.

43.5. Na região de Rio Maior, os domos salinos deram lugar a vales tifónicos.
Explique de que modo a ação de agentes de geodinâmica externa sobre os domos salinos contribuiu para o estabelecimento da rede fluvial nesta região.

44. Rodínia é o nome dado a um supercontinente existente durante o Pré-Câmbrico, há aproximadamente 1000 milhões de anos (Ma). De acordo com um dos vários modelos propostos para a reconstituição das posições paleogeográficas dos escudos e dos terrenos tectónicos pré-câmbricos, a Rodínia ter-se-á formado por acreção e colisão de fragmentos de placas litosféricas, essencialmente resultantes das massas continentais constituintes de um supercontinente ainda mais antigo, a Colúmbia. A Rodínia fragmentou-se nos finais do Pré-Câmbrico, como se evidencia na Figura 13, e os blocos continentais voltaram a juntar-se, há 300 Ma, no supercontinente Pangeia.
Em contraste com o volume atual de conhecimento sobre a Pangeia, pouco se sabe sobre a configuração exata e a história geodinâmica da Rodínia, uma vez que a reconstrução da morfologia e das posições das placas litosféricas durante o Pré-Câmbrico é dificultada pela ausência de correlações litológicas ao longo das margens continentais, pelo desconhecimento da forma dos continentes nessa época, pela falta de dados paleomagnéticos e pela quase inexistência de registo fóssil. A reconstituição paleogeográfica e tectónica da Rodínia é importante do ponto de vista científico, uma vez que o extremo arrefecimento do clima global há cerca de 700 Ma e a rápida evolução da vida no final do Pré-Câmbrico e durante o Câmbrico têm vindo a ser considerados como efeitos da fragmentação do supercontinente Rodínia.

Figura 13

44.1. A fragmentação da Rodínia iniciou-se com a instalação de um rifte intracontinental, no qual ocorreram fenómenos de
(A) espessamento crustal e de formação de crosta.
(B) estiramento crustal e de magmatismo.
(C) compressão tectónica e de orogénese.
(D) distensão tectónica e de destruição de crosta.

44.2. A identificação das posições paleogeográficas das placas litosféricas durante o Pré-Câmbrico é dificultada pela
(A) inatividade das margens continentais ao longo do Paleozoico.
(B) variação do campo magnético terrestre ao longo do Paleozoico.
(C) abundância do registo fóssil ao longo do Paleozoico.
(D) reciclagem dos materiais crustais ao longo do Paleozoico.

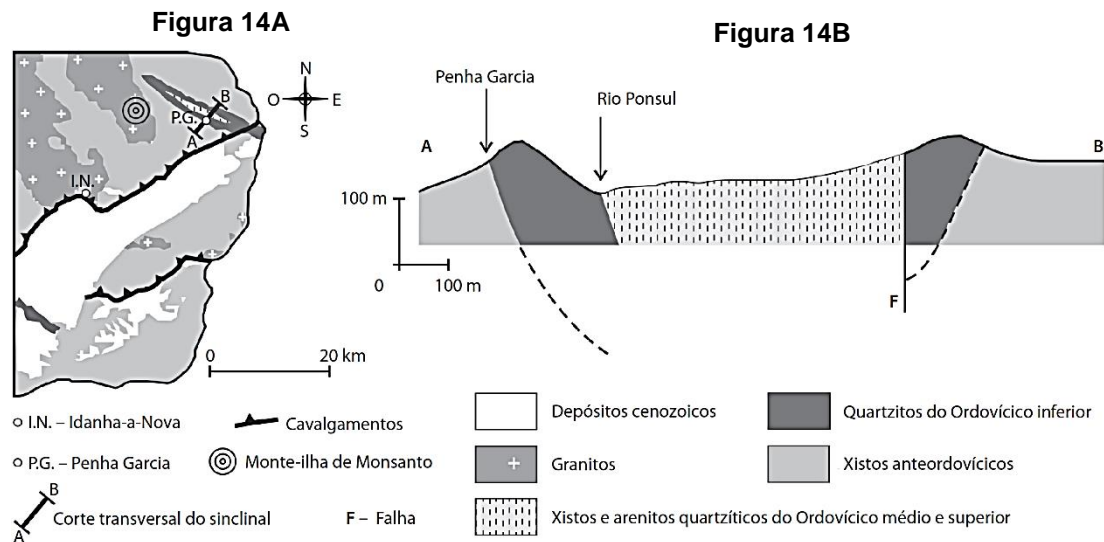
44.3. As correntes de convecção do interior da Terra, associadas aos movimentos das placas litosféricas, resultam do facto de
(A) o estado físico dos materiais mantélicos variar com a profundidade.
(B) o calor interno se distribuir uniformemente por todo o planeta.
(C) a densidade dos materiais mantélicos diminuir com o aumento da temperatura.
(D) a composição mineralógica influenciar a rigidez das rochas.

44.4. Os contextos tectónicos de formação de montanhas provocam espessamento crustal, favorável à formação de rochas
(A) sedimentares, por diminuição de pressão e de temperatura.
(B) metamórficas, por aumento de pressão e de temperatura.
(C) sedimentares, por aumento de pressão e de temperatura.
(D) metamórficas, por diminuição de pressão e de temperatura.

44.5. Após a fragmentação da Rodínia, entre a Austrália e a Laurência, terão sido emitidos materiais que originaram rochas
(A) melanocráticas, especialmente ricas em minerais ferromagnesianos.
(B) leucocráticas, especialmente ricas em minerais ferromagnesianos.
(C) melanocráticas, especialmente ricas em aluminossilicatos de potássio.
(D) leucocráticas, especialmente ricas em aluminossilicatos de potássio.

44.6. Um ciclo oceânico completo implica o processo de abertura e fecho de um oceano, com a consequente formação de uma cadeia orogénica.
Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos associados a este ciclo.
A. Início do alargamento de um oceano primitivo.
B. Estiramento de crosta continental.
C. Início de subdução de crosta oceânica, geralmente mais antiga e mais densa.
D. Formação de cadeias montanhosas de colisão.
E. Instalação de vulcanismo andesítico em margens continentais ativas.

44.7. A abertura de bacias oceânicas está associada à génese de plataformas continentais, por vezes de grande extensão. Explique de que modo a abertura das bacias oceânicas e o aparecimento de formas de vida possuidoras de exosqueletos rígidos contribuíram para a relativa abundância do registo fóssil em rochas do período Câmbrico.

45. A região de Idanha-a-Nova é dominada pela ocorrência de rochas metamórficas, magmáticas e sedimentares, estas últimas representadas pelos depósitos de cobertura, como se mostra na Figura 14A. Os depósitos de cobertura, de idade cenozoica, são constituídos por dois grupos de unidades. O grupo inferior corresponde a antigos depósitos fluviais resultantes da alteração e do desmantelamento de rochas preexistentes. O conjunto superior é consequência das sucessivas fases de soerguimento da Cordilheira Central Portuguesa, e é formado por depósitos localizados na base de blocos abatidos por falhas.
Os terrenos da região formam geralmente uma superfície aplanada, se excetuarmos as cristas quartzíticas do sinclinal de Penha Garcia e os maciços graníticos, de que é exemplo o *inselberg* (monte-ilha) de Monsanto.
O sinclinal de Penha Garcia, cujo corte transversal está representado na Figura 14B, apresenta uma direção NO-SE e desenvolve-se em rochas do Ordovícico (488 a 444 milhões de anos). Esta estrutura, que se prolonga para Espanha, destaca-se da planície que a cerca.
Toda a sequência é rica em icnofósseis, interpretados como pistas de locomoção e de alimentação de trilobites, que obteriam matéria orgânica escavando e revolvendo os sedimentos, deixando as impressões dos seus apêndices locomotores marcadas no substrato.

45.1. Por cristalização fracionada e diferenciação gravítica, o magma parental do granito de Monsanto foi-se tornando progressivamente

(A) mais denso e mais rico em sílica.
(B) mais denso e mais pobre em sílica.
(C) menos denso e mais rico em sílica.
(D) menos denso e mais pobre em sílica.

45.2. A meteorização química do granito do monte-ilha de Monsanto, em condições de clima tropical húmido, caracterizou-se pela intensa

(A) hidrólise dos feldspatos.
(B) oxidação dos feldspatos.
(C) dissolução da caulinite.
(D) hidratação da caulinite.

45.3. Os quartzitos são rochas resultantes de processos de metamorfismo que atuaram sobre antigos depósitos

(A) evaporíticos.
(B) carbonatados.
(C) argilosos.
(D) areníticos.

45.4. Os sedimentos que constituem o grupo superior dos depósitos de cobertura na região de Penha Garcia são

(A) mal calibrados e arredondados, podendo originar rochas do tipo arenito.
(B) mal calibrados e angulosos, podendo originar rochas do tipo brecha.
(C) bem calibrados e angulosos, podendo originar rochas do tipo conglomerado.
(D) bem calibrados e arredondados, podendo originar rochas do tipo argilito.

45.5. As forças tectónicas que geraram o sinclinal de Penha Garcia terão sido

(A) distensivas, de direção NE-SO.
(B) compressivas, de direção NE-SO.
(C) compressivas, de direção NO-SE.
(D) distensivas, de direção NO-SE.

45.6. As unidades litológicas que se localizam na região central do sinclinal de Penha Garcia, entre os afloramentos dos quartzitos do Ordovícico, são

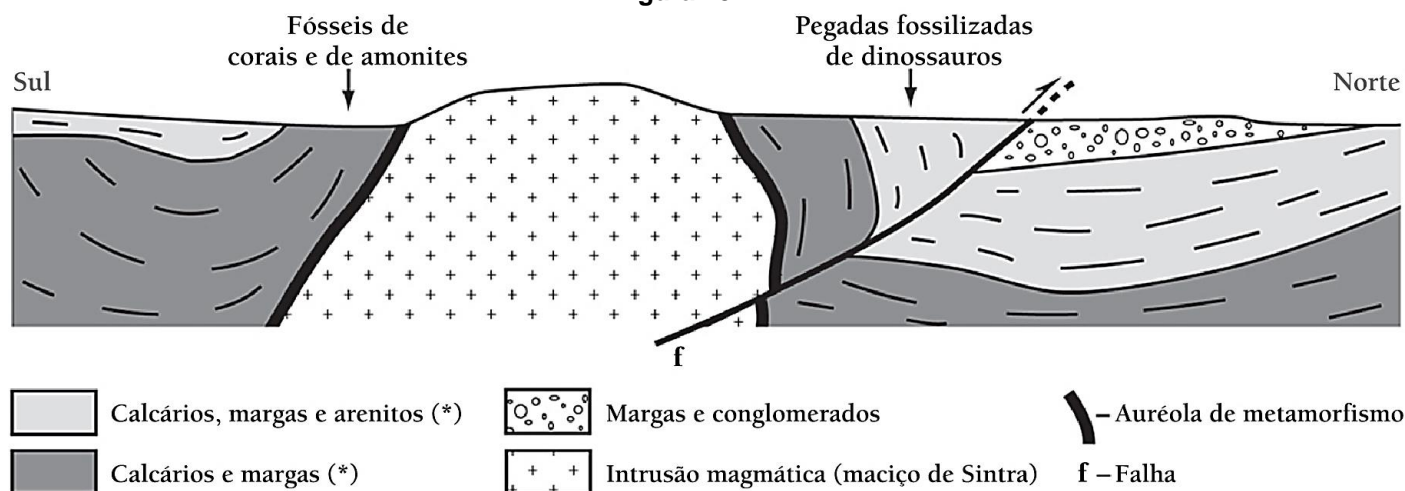
(A) mais resistentes à erosão e mais antigas do que os quartzitos.
(B) mais resistentes à erosão e mais recentes do que os quartzitos.
(C) menos resistentes à erosão e mais antigas do que os quartzitos.
(D) menos resistentes à erosão e mais recentes do que os quartzitos.

45.7. A abundância de icnofósseis de trilobites no registo fóssil do Ordovícico inferior de Penha Garcia foi facilitada por

(A) as depressões geradas no substrato terem sido rapidamente preenchidas por sedimentos.
(B) as pistas de locomoção terem sido originalmente escavadas nos quartzitos.
(C) os exosqueletos de trilobites serem facilmente fossilizáveis.
(D) os paleoambientes da região se terem caracterizado por um elevado hidrodinamismo.

45.8. Na área do Maciço Ibérico que hoje constitui a região de Idanha-a-Nova, ciclos paleoclimáticos tropicais húmidos foram seguidos por ciclos paleoclimáticos de áridos a semiáridos, tendo, nestes últimos, ocorrido episódios esporádicos, mas muito concentrados, de precipitação intensa.
Explique de que modo as variações climáticas verificadas na região de Idanha-a-Nova contribuíram para a génese dos relevos residuais constituídos por rochas mais resistentes.

46. A serra de Sintra, classificada pela UNESCO como Património da Humanidade, na categoria de Paisagem Cultural, é também um local de grande relevância do ponto de vista geológico. Deve a sua origem a um fenómeno de intrusão magmática.
A atividade magmática da região está relacionada com a abertura do oceano Atlântico, de sul para norte, e com a abertura do golfo da Biscaia. Uma vez que as Placas Euro-Asiática e Norte-Americana se encontravam unidas e que o Atlântico não se encontrava totalmente aberto, um braço de mar insinuava-se, de sul para norte, constituindo a Bacia Lusitânica, onde as formações sedimentares se foram depositando.
A história geológica desta região começa com a deposição de sedimentos em meio marinho profundo.
Devido ao preenchimento da bacia por sedimentos e a variações do nível do mar, o ambiente de deposição evoluiu sucessivamente, no decurso do Mesozoico, para marinho menos profundo, recifal, laguno-marinho, fluvial e lacustre.
As rochas magmáticas geradas a grandes profundidades, há cerca de 80 milhões de anos, metamorfizaram as formações sedimentares do Mesozoico. Posteriormente, estas foram erodidas, ficando a descoberto o núcleo ígneo, que se encontra atualmente acima das plataformas sedimentares que o rodeiam. Este núcleo apresenta uma estrutura em domo, de forma aproximadamente elíptica, alongada na direção E-W, com 10 km de comprimento e 5 km de largura.
Algumas das rochas que o constituem são granitos, dioritos e gabros, que resultaram de um mesmo magma parental.
A Figura 15 representa, sem relações de escala, um corte geológico da região.

Figura 15

46.1. O fenómeno de intrusão magmática que deu origem à serra de Sintra foi responsável pelo aparecimento de rochas ______ com textura _______.
(A) metamórficas [...] não foliada
(B) sedimentares [...] não foliada
(C) metamórficas [...] foliada
(D) sedimentares [...] foliada

46.2. De entre as rochas sedimentares, a deposição mais ______ da unidade de conglomerados permite inferir que houve _____ da energia do agente transportador.
(A) antiga [...] aumento
(B) recente [...] aumento
(C) antiga [...] diminuição
(D) recente [...] diminuição

46.3. A existência, na serra de Sintra, de gabros, dioritos e granitos, formados a partir de um mesmo magma parental, permite inferir que
(A) na formação destas rochas ocorreu um processo de diferenciação magmática.
(B) o magma parental manteve a composição química durante a solidificação.
(C) os minerais constituintes das rochas formadas possuem o mesmo ponto de fusão.
(D) as rochas formadas nestas condições têm a mesma constituição mineralógica.

46.4. Foi possível reconstituir o paleoambiente do Mesozoico na serra de Sintra, devido à

(A) ocorrência de rochas magmáticas.

(B) existência de fósseis de idade na região.

(C) ocorrência de fenómenos de metamorfismo.

(D) existência de fósseis de fácies na região.

46.5. Ordene as letras de **A** a **F**, que se referem a acontecimentos ocorridos na região da atual serra de Sintra, de modo a reconstituir a sequência cronológica desses acontecimentos. Inicie a ordenação pela afirmação **A**.

A. Formação da Bacia Lusitaniana.

B. Formação da auréola de metamorfismo.

C. Fossilização das pegadas dos dinossauros.

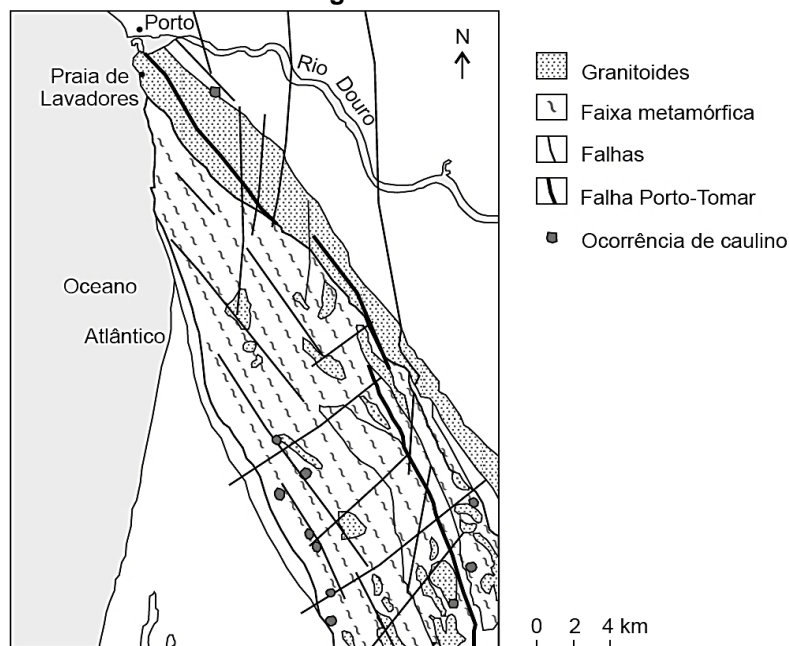
D. Ocorrência de uma falha.

E. Deposição de sedimentos em meio marinho.

F. Instalação da intrusão magmática.

46.6. No final do Mesozoico, extinguiram-se os dinossáurios e formou-se a serra de Sintra. O registo fóssil que comprova a presença desses animais na região encontra-se em estratos com posição vertical.
Explique a posição atual dos estratos em que se observa o registo fóssil de dinossáurios, tendo em conta a posição original dos estratos onde esse registo terá ocorrido.

47. Na praia de Lavadores, a sul do rio Douro, aflora um maciço granítico, que se instalou ao longo da falha de desligamento Porto-Tomar, sendo visível, por vezes, o seu contacto com gnaisses. O granito apresenta-se de grão grosseiro, evidenciando fenocristais (cristais de grandes dimensões) de feldspato potássico e encraves (fragmentos) de rochas quer gnáissicas, quer intrusivas máficas. Os encraves apresentam-se, por vezes, em relevo devido à erosão diferencial. A Figura 16 representa, de forma simplificada, a relação espacial entre os corpos granitoides – graníticos e afins – e os locais de ocorrência de caulino (um recurso geológico onde predomina a caulinite – mineral argiloso), associados a uma zona de fraturação profunda. O depósito de caulino da Telheira, junto a Lavadores, constitui um recurso geológico que, em tempos, forneceu matéria-prima para a indústria de cerâmica em Portugal.

Figura 16

47.1. O maciço granítico de Lavadores apresenta fragmentos de rochas gnáissicas e é cortado por filões. O maciço é mais _______ do que as rochas gnáissicas e mais _______ do que os filões.

(A) antigo … antigo

(B) antigo … recente

(C) recente … recente

(D) recente … antigo

47.2. O maciço que aflora na praia de Lavadores

(A) contacta com rochas características de alto grau de metamorfismo.

(B) possui encraves em relevo menos resistentes à erosão do que o granito.

(C) resulta de um magma que arrefeceu rapidamente à superfície.

(D) apresenta uma orientação perpendicular à falha Porto-Tomar.

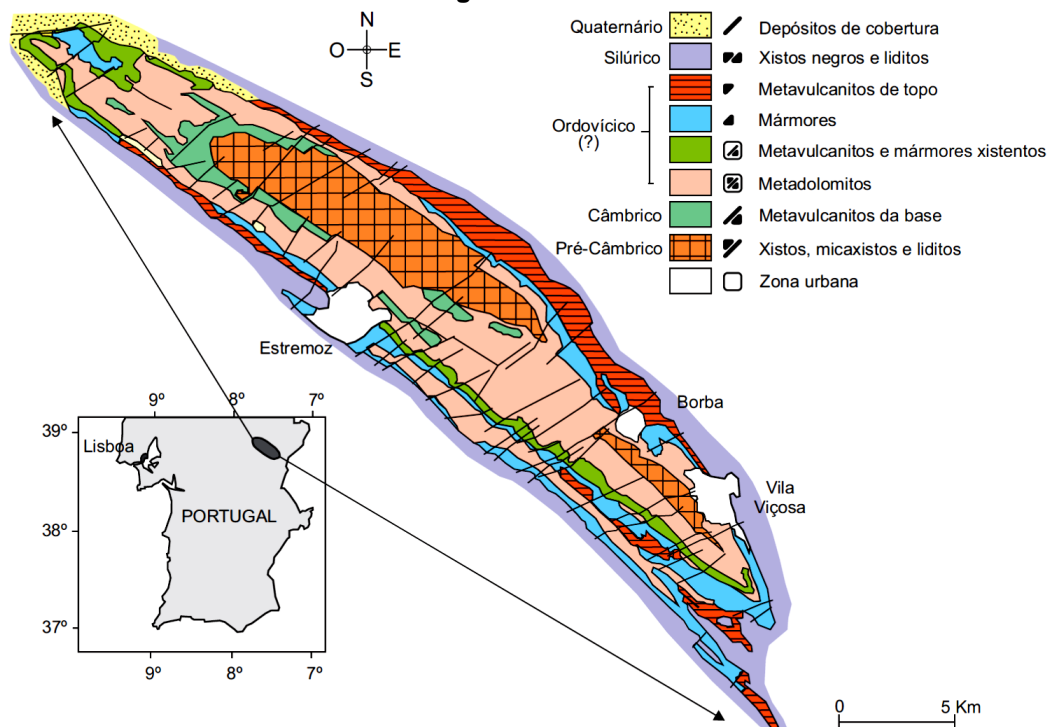
47.3. As plagióclases dos encraves máficos do maciço granítico de Lavadores, comparativamente às do granito hospedeiro, são _______ cálcicas e terão cristalizado a temperaturas _______ elevadas.

(A) mais … menos
(B) mais … mais
(C) menos … mais
(D) menos … menos

47.4. Comparativamente às falhas, as dobras são deformações normalmente resultantes
(A) de processos lentos de atuação de tensões, em regime frágil.
(B) de processos rápidos de atuação de tensões, em regime dúctil.
(C) da atuação de tensões a temperaturas e a pressões mais baixas.
(D) da atuação de tensões a temperaturas e a pressões mais elevadas.

47.5. Explique a formação da caulinite do depósito da Telheira, tendo em conta a composição mineralógica das rochas da região, as deformações existentes e a ação da água.

48. Os mármores são um dos tipos litológicos que constituem a antiforma de Estremoz, representada na Figura 17.
Os mármores calcíticos, explorados como rocha ornamental, ocorrem intercalados no Complexo Vulcano-Sedimentar-Carbonatado de Estremoz (CVSCE), de idade provavelmente ordovícica (aproximadamente 485 a 443 Ma). Este complexo apresenta uma grande heterogeneidade litológica e remete para um período de sedimentação carbonatada coexistente com vulcanismo, essencialmente aéreo, da qual terá resultado uma sequência alternada de calcários, piroclastos, escoadas basálticas (menos frequentes) e algumas rochas detríticas.
Após um regime tectónico distensivo, os blocos continentais começaram de novo a juntar-se, ocorrendo deformação e metamorfismo das rochas. Essas rochas, que inicialmente estariam à superfície, foram enterradas a vários quilómetros de profundidade. No caso dos mármores, estima-se que se tenham formado a cerca de cinco quilómetros de profundidade em relação à cota que atualmente ocupam. Neste contexto, a mobilidade das placas litosféricas, em associação com as condições de pressão e de temperatura, pode induzir deformações nas rochas, originando dobras. Tal comportamento permite justificar os padrões curvilíneos que os mármores frequentemente apresentam.
A sequência que ocorre no CVSCE tem equivalência litológica com a que ocorre em Danby, na costa leste dos Estados Unidos da América, o que permite o estabelecimento de uma correlação entre as duas sequências litológicas e os processos de abertura e de fecho de antigas bacias em domínio oceânico.

Figura 17

48.1. Os mármores de Estremoz estão inseridos numa estrutura geológica com a concavidade voltada para
(A) baixo, sendo o núcleo formado por rochas mais antigas.
(B) cima, sendo o núcleo formado por rochas mais recentes.
(C) baixo, sendo o núcleo formado por rochas mais recentes.
(D) cima, sendo o núcleo formado por rochas mais antigas.

48.2. Os mármores de Estremoz resultaram de processos de metamorfismo
(A) de contacto que afetaram grandes extensões de depósitos vulcânicos.
(B) regional que originaram a fusão de depósitos sedimentares preexistentes.
(C) de contacto que causaram a transformação de rochas detríticas.
(D) regional que provocaram a recristalização de rochas carbonatadas.

48.3. A antiforma de Estremoz é uma estrutura com orientação
(A) NO-SE, em que a erosão dos materiais contribuiu para o dobramento dos mármores.
(B) NO-SE, em que a ascensão dos materiais contribuiu para a fraturação dos mármores.
(C) NE-SO, em que o afundimento dos materiais contribuiu para o dobramento dos mármores.
(D) NE-SO, em que a compactação dos materiais contribuiu para a fraturação dos mármores.

48.4. A formação dos materiais que viriam a originar os mármores de Estremoz
(A) aconteceu em bacias de sedimentação localizadas em mares tépidos e pouco profundos.
(B) esteve relacionada com um processo de edificação de cadeias montanhosas.
(C) ocorreu em regime compressivo durante um ciclo de fecho de oceanos.
(D) coexistiu com um período de intensa atividade vulcânica predominantemente efusiva.

48.5. Os padrões curvilíneos que os mármores de Estremoz apresentam
(A) resultaram da meteorização dos materiais.
(B) ocorreram em regime de deformação frágil.
(C) ocorreram em contexto de tensões não litostáticas.
(D) resultaram da ação de forças que atuaram à superfície.

48.6. A equivalência litológica entre a formação de Danby e o CVSCE constitui
(A) um argumento a favor do catastrofismo.
(B) um argumento a favor do mobilismo geológico.
(C) uma evidência do fecho de um antigo oceano.
(D) uma evidência de um episódio de orogenia.

48.7. Considere os dados seguintes:
-o manganês, que ocorre em algumas rochas vulcânicas básicas, é frequentemente utilizado como pigmento em processos industriais, podendo conferir várias tonalidades aos materiais;
-os mármores rosados são uma das variedades de mármores com interesse económico extraídos na zona de Estremoz.
Explique, considerando os dados apresentados, o processo de formação de variedades de mármores calcíticos rosados na zona de Estremoz.

49. O ouro é um metal precioso que, em estado nativo, ocorre em pequenas concentrações, na crosta terrestre. Reage com fluidos circulantes e pode aparecer em filões associado a diferentes rochas como, por exemplo, gnaisse ou granito. A alteração das rochas onde estes depósitos de ouro se encontram pode permitir o seu transporte por diferentes agentes.
Em meados do século XIX, os exploradores deste minério acorriam com frequência a zonas onde a sua deposição é maior. Utilizavam bateias (bacia em forma de calote esférica), que permitiam a separação, por gravidade, das preciosas pepitas que se depositavam no fundo. Quando o ouro era recuperado do fundo dos rios, vinha acompanhado de areias, siltes e argilas. Por vezes, as pepitas de ouro encontravam-se agregadas a fragmentos rochosos, utilizando-se mercúrio para a sua extração.

49.1. Classifique como verdadeira **(V)** ou falsa **(F)** cada uma das afirmações seguintes, referentes à exploração de ouro em ambiente fluvial.
(A) As partículas de ouro de dimensões muito reduzidas (coloidais) são transportadas em suspensão, à mesma velocidade da água.
(B) Nas bateias, a reduzida densidade do ouro facilita a sua separação dos restantes detritos.
(C) As pepitas de ouro, transportadas ao longo de um rio, depositam-se quando a corrente perde energia.
(D) Os depósitos fluviais de onde se extrai o ouro são constituídos por rochas sedimentares quimiogénicas.
(E) Na alteração das rochas que contêm ouro ocorrem processos de meteorização física.
(F) A distância percorrida pelas pepitas de ouro depende da sua dimensão e da energia da corrente.
(G) As amostras de pepitas são tanto melhor calibradas quanto mais a jusante forem recolhidas.
(H) As pepitas de ouro de maiores dimensões são as que mais se afastam da jazida original.

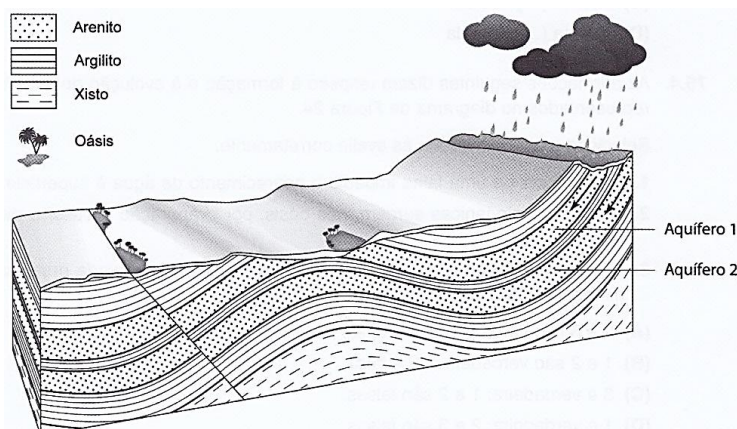
49.2. A extração de ouro realizada pelos exploradores do século XIX provocou
(A) impactes ambientais positivos, que ainda hoje se fazem sentir.
(B) a corrida a este recurso, com o seu esgotamento no planeta.
(C) alterações na granulometria dos detritos, a montante do rio.
(D) a contaminação daquela região pelo mercúrio utilizado.

49.3. Uma jazida constitui uma reserva se o minério
(A) existir em baixa concentração.
(B) apresentar viabilidade económica.
(C) ocupar uma vasta área.
(D) se encontrar a pequena profundidade.

49.4. Uma intrusão magmática provoca metamorfismo _______, originando ______ a partir de argilito pré-existente.
(A) de contacto [...] corneana
(B) de contacto [...] quartzito
(C) regional [...] corneana
(D) regional [...] quartzito

49.5. A extração de metais a partir de minério, através de métodos tradicionais, envolve processos que emitem poluentes para a atmosfera. Quando em presença de certos jazigos minerais metálicos, as bactérias *Acidithiobacillus thiooxidans* e *Acidithiobacillus ferrooxidans* aceleram a oxidação de minérios, o que contribui para a precipitação de metais que aí se encontram. Estas bactérias têm sido utilizadas em jazidas cujos teores em metais são reduzidos, não sendo viável a sua exploração por métodos tradicionais.
Explique de que modo seres como *Acidithiobacillus thiooxidans* e *Acidithiobacillus ferrooxidans* podem contribuir para uma exploração sustentável de recursos minerais metálicos, minimizando os impactos ambientais, na geosfera e na atmosfera, decorrentes dessa exploração.

50. As reservas subterrâneas de água formam-se, na crosta terrestre, em contextos geológicos de características bem definidas.
O diagrama da Figura 18 representa um possível enquadramento geológico dessas reservas, numa região árida.

Figura 18

50.1. Faça corresponder cada uma das afirmações relativas a reservas de água subterrâneas, expressas na coluna **A**, ao respetivo conceito, que consta da coluna B.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Determina a capacidade de armazenamento de uma rocha.	**(1)** Aquífero cativo
(b) Quanto maior for a sua superfície mais fácil será a contaminação do aquífero.	**(2)** Aquífero livre
(c) O seu limite superior coincide com o nível hidrostático do aquífero.	**(3)** Nível hidrostático
(d) O seu limite superior é constituído por rochas impermeáveis.	**(4)** Permeabilidade
(e) A rocha armazém é delimitada superiormente por rochas permeáveis.	**(5)** Porosidade
	(6) Pressão hidrostática
	(7) Zona de recarga
	(8) Zona de saturação

50.1. Os aquíferos 1 e 2, esquematizados na Figura 18, são
(A) livre e confinado, respetivamente.
(B) confinado e livre, respetivamente.
(C) ambos livres.
(D) ambos confinados.

50.2. A rocha-armazém do aquífero 1 encontra-se deformada em _____, uma vez que a camada mais _____ ocupa o núcleo da dobra.
(A) sinclinal [...] velha
(B) sinclinal [...] nova
(C) anticlinal [...] velha
(D) anticlinal [...] nova

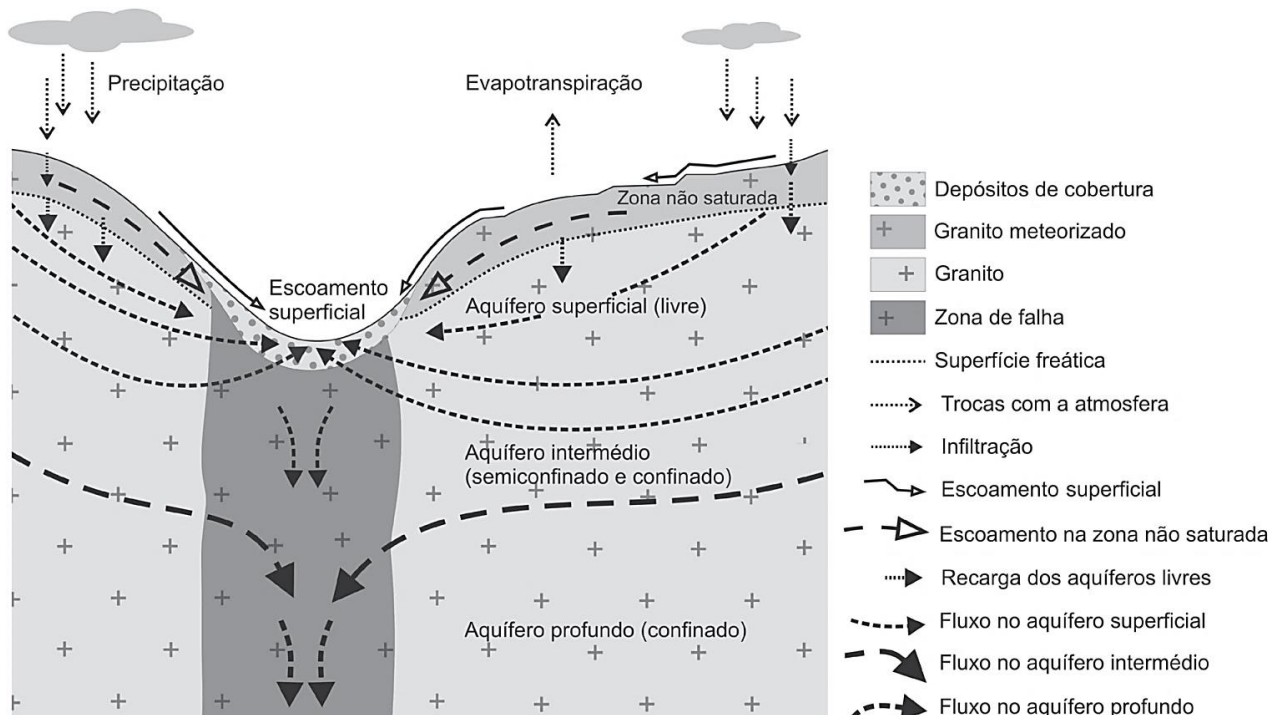
50.3. As afirmações seguintes dizem respeito à formação e à evolução dos oásis representados no diagrama da Figura 18.
1. A existência de uma falha impediu o aparecimento de água à superfície.
2. Rochas quimiogénicas surgem, nos oásis, por evaporação excessiva de água.
3. A ascensão de água à superfície nos oásis resulta da elevada pressão hidrostática nos aquíferos.
(A) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(C) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

50.4. Relacione as características geológicas da região com a formação e a manutenção dos aquíferos representados no diagrama da Figura 18.

51. Na serra da Estrela, as condições geológicas constituem uma parte fundamental do sistema hidrogeológico regional, uma vez que controlam os processos de infiltração e de recarga dos aquíferos, o tipo de meio de circulação da água (poroso *vs*. fissurado), os trajetos de fluxo subterrâneo e a hidrogeoquímica.
Na bacia do rio Zêzere a montante de Manteigas (BZMM), foram estabelecidas várias unidades hidrogeológicas. Nesta região, estão presentes três tipos de aquíferos inter-relacionados, que constam da Figura 19.

(i) Aquíferos superficiais, com circulação de águas subterrâneas normais, constituídos por depósitos de cobertura e por rochas graníticas mais intensamente meteorizadas e/ou tectonizadas sobre rochas graníticas menos meteorizadas e/ou tectonizadas.
(ii) Aquíferos intermédios, com circulação de águas subterrâneas normais, constituídos por rochas graníticas fissuradas.
(iii) Aquíferos profundos, com circulação de águas termominerais, constituídos por rochas graníticas fissuradas.

Segundo este modelo, o sistema hidrogeológico da BZMM pode ser dividido em dois subsistemas interligados: o das águas subterrâneas normais e o das águas termominerais. As primeiras são águas cuja temperatura de emergência se encontra diretamente condicionada pela temperatura do ar, com resíduo seco inferior a 60 mg L^{-1}. As águas minerais são hipertérmicas (com temperatura máxima registada de 46 °C), com resíduo seco inferior a 170 mg L^{-1} e com teor em sílica (SiO_2) superior a 45 mg L^{-1}.

Figura 19

51.1. Os granitos da BZMM sofreram descompressão no processo que conduziu ao afloramento do maciço, formando-se diaclases que
(A) favorecem a resistência da rocha à erosão.
(B) aumentam a superfície de meteorização da rocha.
(C) dificultam a génese de depósitos de cobertura.
(D) diminuem a permeabilidade da rocha.

51.2. Do ponto de vista químico, as águas subterrâneas normais, consideradas neste estudo, distinguem-se das águas termominerais pelo facto de as primeiras apresentarem uma concentração de resíduo seco
(A) maior e um teor em sílica menor.
(B) maior e um teor em sílica maior.
(C) menor e um teor em sílica menor.
(D) menor e um teor em sílica maior.

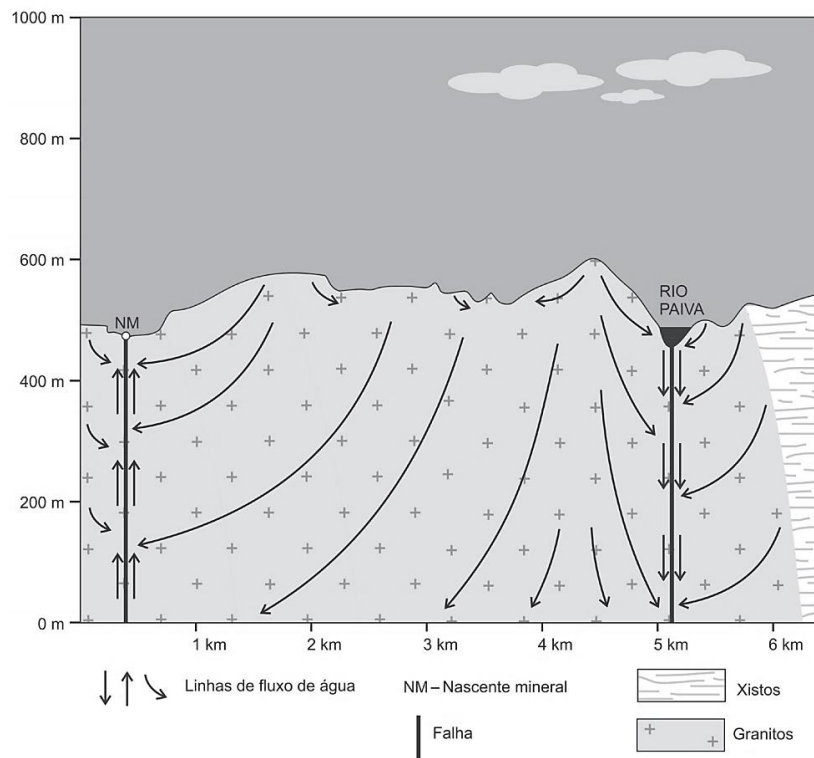
51.3. Grande parte da zona não saturada do sistema hidrogeológico da BZMM, onde ocorre fluxo lateral, apresenta uma camada
(A) de reduzida permeabilidade sobrejacente a uma camada de rocha granítica muito fissurada.
(B) constituída por rocha granítica alterada sobrejacente a uma camada de permeabilidade reduzida.
(C) de elevada permeabilidade sobrejacente a uma camada de rocha sedimentar não consolidada.
(D) constituída por depósito sedimentar sobrejacente a uma camada de elevada permeabilidade.

51.4. Na BZMM, a recarga do aquífero termomineral é feita preferencialmente pela
(A) infiltração dos fluidos através das estruturas tectónicas regionais.
(B) infiltração dos fluidos através das rochas do aquífero superficial.
(C) circulação dos fluidos nos granitos fissurados do aquífero superficial.
(D) circulação dos fluidos nos granitos meteorizados da zona não saturada.

51.5. Nos aquíferos livres, em períodos de elevada precipitação, verifica-se
(A) uma diminuição da espessura da zona de aeração, sendo o nível freático mais superficial.
(B) um aumento da espessura da zona de aeração, sendo o nível freático menos superficial.
(C) uma diminuição da espessura da zona de saturação, sendo o nível freático mais superficial.
(D) um aumento da espessura da zona de saturação, sendo o nível freático menos superficial.

51.6. A água que circula para as zonas mais profundas do maciço granítico atinge o reservatório hidromineral da BZMM, situado a 3,1 km de profundidade. O tempo de residência dos fluidos no aquífero é bastante longo, havendo um desfasamento de 10 500 anos entre a infiltração nas áreas de recarga e a emergência nas Caldas de Manteigas.
Explique de que modo a profundidade do aquífero e o tempo de permanência dos fluidos no reservatório hidromineral contribuem para a mineralização das águas termominerais da serra da Estrela.

52. As termas do Carvalhal, situadas no concelho de Castro Daire, no distrito de Viseu, são abastecidas por dois furos, um com 62 metros e outro com 86 metros de profundidade, apresentando respetivamente uma temperatura da água de 36°C e de 42°C. Uma nova captação, a uma profundidade na ordem dos 600 metros, permitiu um aumento da temperatura da água para cerca de 60 °C, perspetivando um aproveitamento geotérmico no aquecimento do balneário e das unidades hoteleiras.
Na região, predominam os granitos. Estes fazem parte de um afloramento ígneo que, em planta, apresenta forma circular, localizando-se as termas do Carvalhal na zona central. A envolver estas rochas, encontram-se maciços de rochas xistentas. Sobre o substrato granítico assentam, ao longo da linha de água, depósitos aluviais, que constituem solos essencialmente arenosos, com alguma matéria orgânica.
O maciço granítico é atravessado por uma grande falha principal vertical e por diversas falhas secundárias, apresentando fraturação de extensão quilométrica. Devido ao facto de o percurso do rio Paiva coincidir com a zona fraturada, esta serve como conduta, facilitando a infiltração da água e provocando a recarga do aquífero profundo.
A Figura 10 representa um esboço em corte do modelo hidrogeológico de água mineral das termas do Carvalhal, evidenciando a recarga a grandes profundidades.

Figura 20

52.1. Relativamente ao valor médio crustal (1 ºC por cada 33 m de profundidade), as termas do Carvalhal apresentam um gradiente geotérmico mais

(A) baixo e um potencial de aproveitamento energético de alta entalpia.
(B) baixo e um potencial de aproveitamento energético de baixa entalpia.
(C) elevado e um potencial de aproveitamento energético de alta entalpia.
(D) elevado e um potencial de aproveitamento energético de baixa entalpia.

52.2. A localização das nascentes termais do Carvalhal está associada a

(A) vulcanismo residual recente.
(B) relevantes acidentes tectónicos.
(C) depósitos aluviais de superfície.
(D) ressurgência de águas magmáticas.

52.3. As águas das termas do Carvalhal provêm de um aquífero cuja zona de saturação ocorre em

(A) depósitos sedimentares orgânicos.
(B) depósitos fluviais arenosos.
(C) rochas plutónicas.
(D) rochas xistentas.

52.4. A existência do aquífero no maciço de Castro de Aire deve-se à presença de

(A) granitos inalterados que apresentam elevada permeabilidade.
(B) xistos inalterados que apresentam maior permeabilidade que os granitos.
(C) granitos fissurados que apresentam permeabilidade média.
(D) xistos fissurados que apresentam menor permeabilidade que os granitos.

52.5. Explique em que medida as fraturas do plutonito contribuem para a existência de nascentes de água com temperaturas superiores a 40 °C.

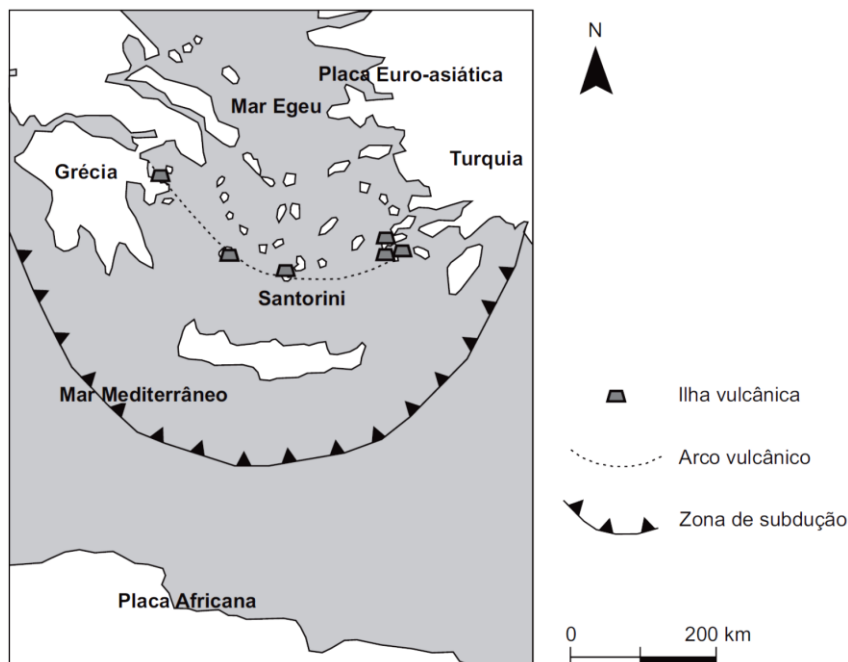
53. Ao longo do arco vulcânico do mar Egeu, cujo contexto tectónico se representa de forma simplificada na Figura 21, verifica-se um alinhamento de sismos com focos entre 150 km e 170 km de profundidade.

O sector mais ativo do arco vulcânico é o complexo de Santorini, numa zona onde a espessura da crusta continental terá cerca de 25 km.

A atividade vulcânica tem consistido na extrusão de lava e em eventos explosivos menores, verificando-se, raramente, grandes erupções explosivas, como a Minoica (cerca de 1600 a.C.), que parece ter resultado de um processo complexo de ascensão e mistura de magmas.

Aquela erupção levou ao colapso parcial de uma ilha, formando-se o pequeno arquipélago de Santorini, cujas ilhas ficaram cobertas de cinzas e de pedra-pomes.

As análises químicas e de microscópio petrográfico de amostras da pedra-pomes de Santorini revelaram um teor em sílica superior a 70% e a presença de cristais de plagióclases cujo núcleo central contém um teor de 58% a 88% de anortite (plagióclase cálcica).

Figura 21

53.1. Os sismos que ocorrem na zona entre as placas africana e euro-asiática apresentam, tendencialmente, hipocentros mais profundos de _______ e estão relacionados com o processo que levará a um progressivo _______ da área do mar Mediterrâneo.

(A) norte para sul ... decréscimo
(B) norte para sul ... acréscimo
(C) sul para norte ... decréscimo
(D) sul para norte ... acréscimo

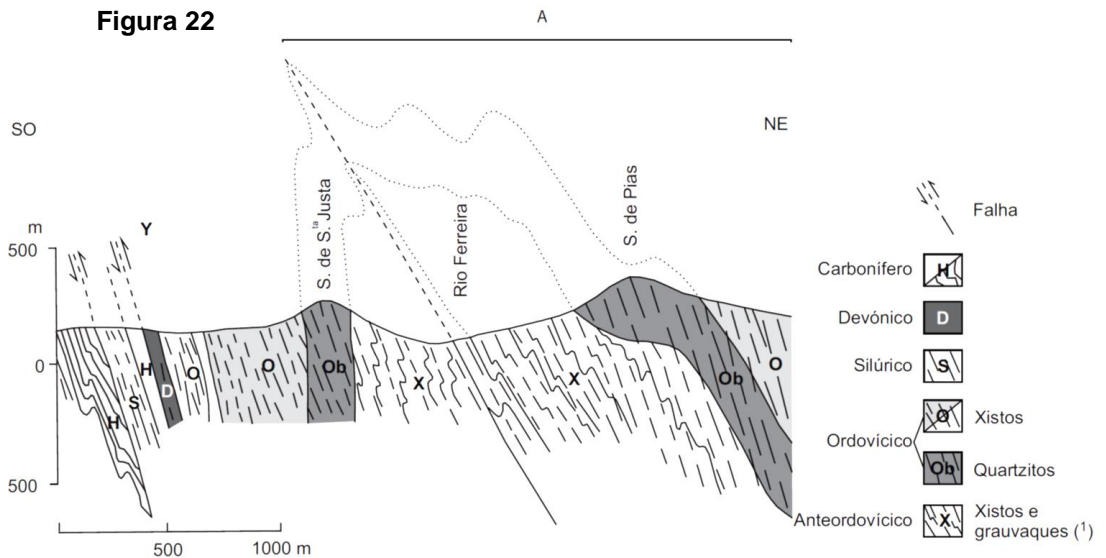
53.2. A composição dos cristais de plagióclase contidos nas amostras de pedra-pomes de Santorini permite inferir que o magma

(A) consolidou em diferentes momentos.
(B) possuía uma baixa viscosidade.
(C) solidificou muito rapidamente.
(D) era pobre em compostos gasosos.

53.3. Os sismos que ocorrem no mar Egeu com focos entre 150 km e 170 km são considerados _______ e estão relacionados com um limite de placas _______.

(A) intermédios ... destrutivo
(B) superficiais ... construtivo
(C) superficiais ... destrutivo
(D) intermédios ... construtivo

53.4. Explique, de acordo com os dados do texto, a formação da pedra-pomes de Santorini.

54. A região onde hoje se situa a cidade de Valongo, no norte de Portugal, encontrava-se coberta pelo mar no início do Paleozoico, há cerca de 542 Ma. Serão aproximadamente desta idade as rochas mais antigas que ali afloram e que se encontram interestratificadas com escoadas de lava de idade câmbrica (de 541 a 485 Ma) e, talvez, também pré-câmbrica. A Figura 22 representa um corte geológico da região. No início do Ordovícico (há aproximadamente 485 Ma), formou-se um rifte que conduziu à instalação de um mar onde viveram trilobites.
Durante o Devónico (de 419 a 359 Ma), a região onde se insere Valongo deslocou-se para norte, desde a região do polo sul, onde então se encontrava, até próximo do equador, colidindo com um outro continente e provocando um recuo do mar e o dobramento das rochas. Daqui resultou a deformação assinalada na Figura 21 com a letra A.
Este último contexto paleogeográfico, que levou à formação de bacias sedimentares continentais lacustres, ocorreu no Carbonífero (de 359 a 299 Ma). Atualmente, destacam-se na paisagem as cristas quartzíticas do Ordovícico, que constituem as serras de Santa Justa e de Pias, entre as quais corre o rio Ferreira.

([1]) Rocha de origem sedimentar levemente metamorfizada.

54.1. A falha assinalada na Figura 22 com a letra Y é uma falha ______, que resultou de um regime de forças ______.

(A) normal ... compressivo
(B) inversa ... compressivo
(C) normal ... distensivo
(D) inversa ... distensivo

54.2. Os dados permitem inferir que, durante o Câmbrico, a atividade vulcânica _______ originou rochas vulcânicas que se interestratificaram com rochas _______.

(A) subaérea ... sedimentares
(B) submarina ... metamórficas
(C) submarina ... sedimentares
(D) subaérea ... metamórficas

54.3. A estrutura assinalada na Figura 22 com a letra A corresponde a um _____, cujo núcleo é formado por rochas mais _____.

(A) antiforma ... recentes
(B) antiforma ... antigas
(C) sinforma ... recentes
(D) sinforma ... antigas

54.4. O vale do rio Ferreira é mais _______ nos locais onde o rio atravessa as cristas quartzíticas do que nos locais onde atravessa as formações xistentas, devido a uma _______ resistência dos quartzitos à erosão.

(A) estreito ... maior
(B) largo ... maior
(C) estreito ... menor
(D) largo ... menor

54.5. Ao longo do Ordovícico, verificaram-se oscilações do nível do mar.
Durante as _______, a profundidade do mar aumentou, favorecendo a formação de _______.

(A) transgressões ... conglomerados
(B) regressões ... argilitos
(C) transgressões ... argilitos
(D) regressões ... conglomerados

54.6. A presença de fósseis de trilobites em estratos sedimentares do Ordovícico permite determinar a idade _______ dessas rochas se esses fósseis apresentarem uma reduzida distribuição _______.

(A) absoluta ... geográfica
(B) relativa ... geográfica
(C) absoluta ... estratigráfica
(D) relativa ... estratigráfica

54.7. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a sequenciar os acontecimentos relativos à evolução geotectónica da região de Valongo.

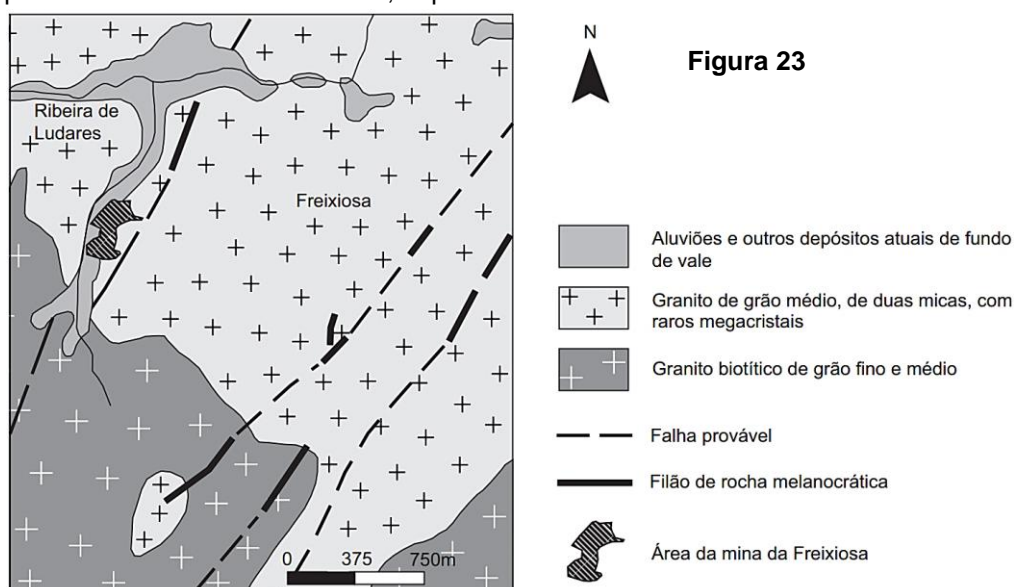
A. Compressão das rochas no Devónico.
B. Formação de um rifte no Ordovícico.
C. Instalação de bacias sedimentares continentais.
D. Instalação do vale do rio Ferreira.
E. Formação de leitos de carvão.

54.8. Durante o Ordovícico ocorreu uma glaciação responsável pelo declínio das trilobites, não diretamente relacionado com a variação da temperatura da água. Explique de que forma a glaciação contribuiu para o declínio das trilobites.

54.9. A oeste da deformação de Valongo, formou-se, no Carbonífero, uma bacia sedimentar continental, nas margens da qual se desenvolveu uma importante flora.
Explique a formação de carvão na referida bacia, tendo em conta os contextos paleogeográfico e paleoclimático da região.

55. A Zona Centro-Ibérica (ZCI) faz parte de uma das cinco unidades geoestruturais que constituem a Península Ibérica. Nesta zona, individualizam-se três subunidades: o Complexo Xisto-Grauváquico, anterior ao Ordovícico, com fácies do tipo *flysch*[1]; os Quartzitos Armoricanos, resultantes de uma unidade arenítica do Ordovícico (de 488 a 443 Ma), e os granitos, formados no Paleozoico superior, durante a génese de uma cadeia montanhosa (Orogenia Varisca).
A mina da Freixiosa, localizada no distrito de Viseu, insere-se na ZCI. O seu enquadramento geológico está representado na Figura 23. Trata-se de uma pequena exploração de urânio subterrânea e a céu aberto, que cessou a sua atividade na década de 80 do século XX.
A mina encontra-se numa zona de granito, muito fraturado, com cerca de 305 a 278 Ma. Este tipo de rochas apresenta teores elevados de um isótopo instável de urânio (^{238}U) que, após 14 etapas intermédias de decaimento radioativo, se transforma num átomo estável de chumbo (^{206}Pb). Um dos elementos intermédios deste decaimento é o radão (^{222}Rn), que é um gás denso, incolor e inodoro. O radão circula no subsolo e infiltra-se nas casas através de fissuras nos pavimentos. Nos distritos da Guarda e de Viseu, a concentração de radão no interior das habitações é, muitas vezes, mais elevada do que no exterior, sendo, por vezes, superior ao valor permitido na legislação

[1] Sequências espessas de sedimentos marinhos, depositados num ambiente de talude continental.

Figura 23

55.1. As falhas do maciço granítico da Freixiosa apresentam orientação geral ______ e facilitam o processo de ______ dos feldspatos.
(A) NE-SO ... dissolução
(B) NO-SE ... dissolução
(C) NE-SO ... hidrólise
(D) NO-SE ... hidrólise

55.2. O xisto é uma rocha formada a partir de um _______ e apresenta uma textura _______.
(A) arenito ... não foliada
(B) arenito ... foliada
(C) argilito ... não foliada
(D) argilito ... foliada

55.3. Considere as seguintes afirmações referentes a recursos geológicos.
1. Os minerais que contêm elementos radioativos são considerados recursos energéticos renováveis.
2. Nas rochas magmáticas ácidas, as concentrações de urânio encontram-se abaixo do seu valor médio na crusta terrestre.
3. A utilização de urânio na produção de energia elétrica gera resíduos perigosos para a saúde e para o ambiente.
(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.

55.4. A biotite apresenta _______ e é riscada pelo quartzo, pelo que tem dureza _______ a este mineral.

(A) clivagem ... superior
(B) clivagem ... inferior
(C) fratura ... superior
(D) fratura ... inferior

55.5. Os granitos da Freixiosa ter-se-ão formado numa zona de _____ de placas, a partir de magmas ricos em sílica e em _____.

(A) convergência ... cálcio
(B) divergência ... cálcio
(C) convergência ... potássio
(D) divergência ... potássio

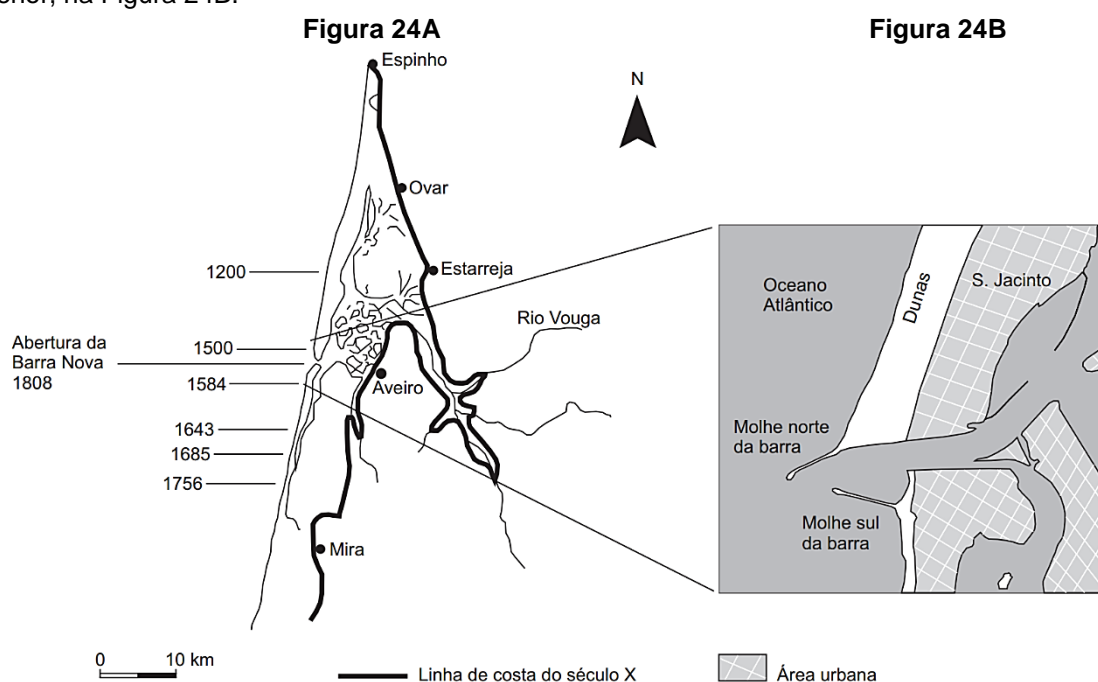
55.6. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a história geológica da Zona Centro-Ibérica onde se encontra a mina da Freixiosa.

A. Intrusão de magmas ácidos.
B. Sedimentação marinha em ambiente de baixa profundidade.
C. Fraturação dos granitos.
D. Instalação de filões melanocráticos.
E. Sedimentação marinha em ambiente de talude continental.

55.7. Explique a elevada concentração de radão existente nos pisos inferiores das habitações, nos distritos da Guarda e de Viseu, tendo em conta as propriedades desse gás, as características litológicas da região e o estado de conservação das habitações.

55.8. A Orogenia Varisca deu origem a uma cadeia montanhosa, semelhante aos Himalaias, que veio a culminar na formação do supercontinente Pangeia. Explique, tendo em conta o contexto tectónico descrito, a formação dos magmas que deram origem às rochas aflorantes na região da mina da Freixiosa.

56. A evolução do nível médio do mar e a da linha de costa portuguesa são apenas conhecidas em traços gerais.
Por volta do ano 900 d.C., Ovar seria um porto de mar, havendo referências à exploração de sal.
A partir do século X, ter-se-á iniciado a formação de um cordão de areia, que se desenvolveu gradualmente, dando origem a uma laguna na região de Aveiro. Ao longo do tempo, os sedimentos, transportados pelos rios que ali desaguavam, foram assoreando a laguna.
A Figura 24A representa a evolução da linha de costa e do cordão de areia litoral desde o século X. Em virtude de a laguna ter ficado isolada do mar, em 1808, procedeu-se à abertura de um canal artificial – Barra Nova – que restabeleceu a comunicação com o oceano Atlântico, travando os processos de assoreamento e de isolamento da laguna.
A atual barra de Aveiro, com os seus molhes norte e sul, e a zona das dunas de S. Jacinto estão representadas, com maior pormenor, na Figura 24B.

Figura 24A **Figura 24B**

56.1. Na região de Aveiro, o cordão de areia progrediu gradualmente para _______, surgindo posteriormente a oriente um conjunto de ilhotas formadas por depósitos _______.

(A) sul ... fluviais
(B) sul ... marinhos
(C) norte ... fluviais
(D) norte ... marinhos

56.2. A formação do cordão de areia conduziu ao _______ da linha de costa, tendo _______ o assoreamento da laguna.

(A) avanço ... dificultado
(B) recuo ... dificultado
(C) recuo ... favorecido
(D) avanço ... favorecido

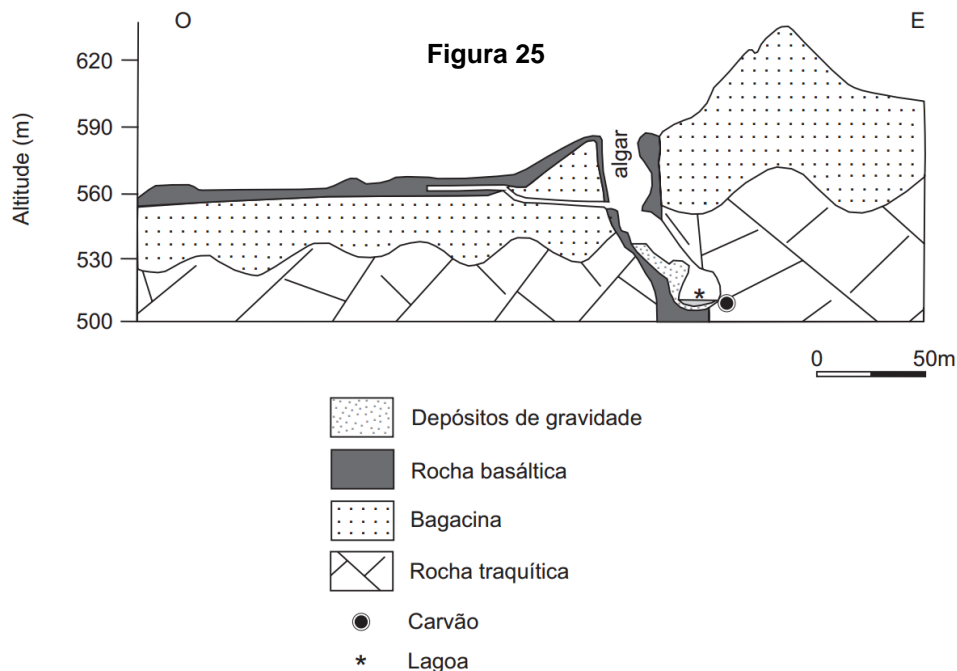
56.3. A construção do molhe norte da barra de Aveiro, no século XX, teve como consequências a _______ da sedimentação a norte da barra e a _______ da erosão a sul da barra.

(A) redução ... redução
(B) intensificação ... intensificação
(C) intensificação ... redução
(D) redução ... intensificação

56.4. Ao longo do seu curso, o rio Vouga perde gradualmente a capacidade de _______, depositando sedimentos cada vez mais _______, à medida que se aproxima da foz, em Aveiro.

(A) transporte ... grosseiros
(B) sedimentação ... grosseiros
(C) transporte ... finos
(D) sedimentação ... finos

56.5. A produção de sal e a atividade portuária foram, desde muito cedo, atividades económicas tradicionais na região de Aveiro. À medida que o cordão de areia se foi formando, e antes de ser restabelecida a comunicação com o oceano Atlântico em 1808, ocorreu na região uma crise económica e social.
Explique de que modo a progressiva formação do cordão de areia afetou as atividades referidas.

57. O monumento natural do Algar do Carvão, na ilha Terceira, Açores, representado no corte geológico da Figura 25, é uma cavidade que corresponde a uma chaminé vulcânica, por onde ascendeu magma basáltico há aproximadamente 1800 anos.
O algar atravessa uma camada de bagacina e de rochas traquíticas (com teor em sílica de aproximadamente 66%), originadas a partir de escoadas provenientes do vulcão do Pico Alto, localizado a norte da zona representada na Figura 25. Na parte mais profunda do algar, na rocha traquítica, formou-se uma lagoa, junto da qual existem carvões datados de aproximadamente 3300 anos pelo método do radiocarbono (^{14}C).
Em algumas zonas do algar, ocorreram desabamentos do teto e das paredes, por vezes, induzidos por atividade sísmica.

57.1. O carbono 14 (^{14}C) tem um período de semivida de 5730 anos.
Os dados permitem inferir que os carvões do algar possuem uma percentagem de isótopo-pai

(A) de 50%.
(B) de 25%.
(C) inferior a 25%.
(D) superior a 50%.

57.2. O magma basáltico, quando comparado com o magma traquítico,

(A) contém maior teor de gases dissolvidos.

(B) inicia a solidificação a temperaturas mais elevadas.

(C) apresenta uma consistência mais viscosa.

(D) possui menor percentagem de ferro e de magnésio.

57.3. O traquito é uma rocha vulcânica constituída essencialmente por feldspatos potássicos, como a ortóclase, que se podem associar a minerais

(A) de olivina e de plagióclase sódica.

(B) de piroxena e de plagióclase cálcica.

(C) de anfíbola e de plagióclase cálcica.

(D) de biotite e de plagióclase sódica.

57.4. Ordene as frases identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos geológicos evidenciados no Algar do Carvão.

A. Acumulação de depósitos de gravidade.

B. Projeção de material piroclástico.

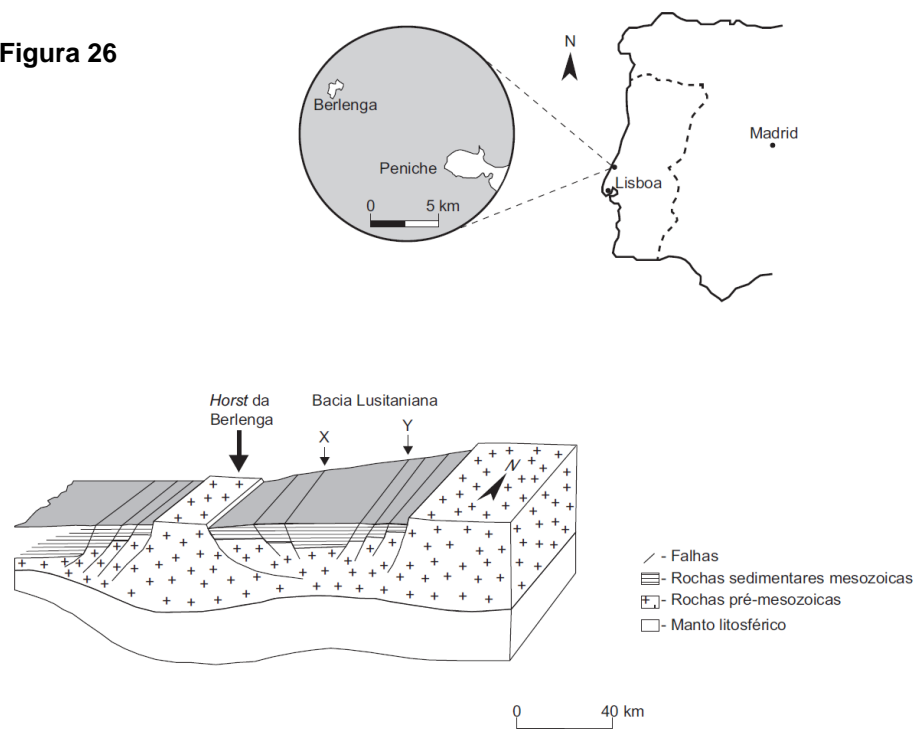
C. Emissão de lavas pobres em sílica.

D. Formação de rocha traquítica com carvões incorporados.

E. Esvaziamento da chaminé vulcânica.

57.5. No algar, a água das chuvas entra diretamente pela abertura, ou infiltra-se e circula ao longo das fraturas existentes nas rochas traquíticas, contribuindo para a formação de estalactites de sílica.
Explique a formação das estalactites de sílica existentes nas rochas traquíticas do Algar do Carvão.

58. No final do Paleozoico, os processos tectónicos relacionados com a Orogenia Varisca culminaram com a formação do supercontinente Pangeia.
Posteriormente, a fraturação deste continente, na zona que hoje corresponde à região oeste de Portugal continental, levou ao abatimento de vários blocos rochosos, dando origem a uma complexa depressão que foi invadida pela água do mar, a Bacia Lusitaniana. Um bloco rochoso que não abateu, mantendo-se em posição elevada, designado *horst* da Berlenga, constitui o pequeno fragmento da Pangeia que deu origem ao arquipélago das Berlengas. Este arquipélago, a cerca de 10 km a oeste da península de Peniche, é formado por pequenas ilhas e rochedos – Berlenga, Estelas, Farilhões e Forcadas.
Na Berlenga e nas Estelas afloram granitos com cerca de 280 milhões de anos (Ma). As ilhas Farilhões e Forcadas são formadas por micaxistos e gnaisses.
Durante o Mesozoico, os relevos que deram origem às ilhas teriam dimensões muito maiores, mas foram sendo erodidos, dando origem a detritos, alguns dos quais estão hoje incluídos nas rochas sedimentares que afloram no cabo Carvoeiro, na península de Peniche.
A Figura 26 representa a localização geográfica atual da região e um modelo esquemático interpretativo do contexto geológico, há 155 a 150 Ma.

Figura 26

58.1. Classifique as falhas que deram origem ao abatimento correspondente à Bacia Lusitaniana.

58.2. As falhas assinaladas na Figura 26 com as letras X e Y apresentam uma direção aproximada
(A) N – S e inclinam no mesmo sentido.
(B) N – S e inclinam em sentidos diferentes.
(C) E – O e inclinam no mesmo sentido.
(D) E – O e inclinam em sentidos diferentes.

58.3. As ilhas Farilhões e Forcadas são formadas por rochas que resultaram da
(A) ocorrência de metamorfismo de contacto.
(B) consolidação lenta de magmas ácidos.
(C) recristalização de minerais no estado sólido.
(D) erosão gradual de rochas pré-existentes.

58.4. Considere as seguintes afirmações, referentes às rochas do arquipélago das Berlengas.
1. Os gnaisses são rochas de baixo grau de metamorfismo.
2. Nos Farilhões e nas Forcadas, as rochas apresentam textura foliada.
3. A ilha Berlenga é formada por uma rocha leucocrática.
(A) III é verdadeira; I e II são falsas.
(B) I e II são verdadeiras; III é falsa.
(C) II e III são verdadeiras; I é falsa.
(D) I é verdadeira; II e III são falsas.

58.5. A Orogenia Varisca resultou do movimento de duas placas litosféricas, que apresentavam, entre si, um limite _______, tendo havido _______.
(A) convergente … espessamento crustal
(B) divergente … estiramento crustal
(C) convergente … estiramento crustal
(D) divergente … espessamento crustal

58.6. A crosta continental apresenta _______ percentagens de silício e de _______ do que o manto.
(A) menores … magnésio
(B) menores … alumínio
(C) maiores … magnésio
(D) maiores … alumínio

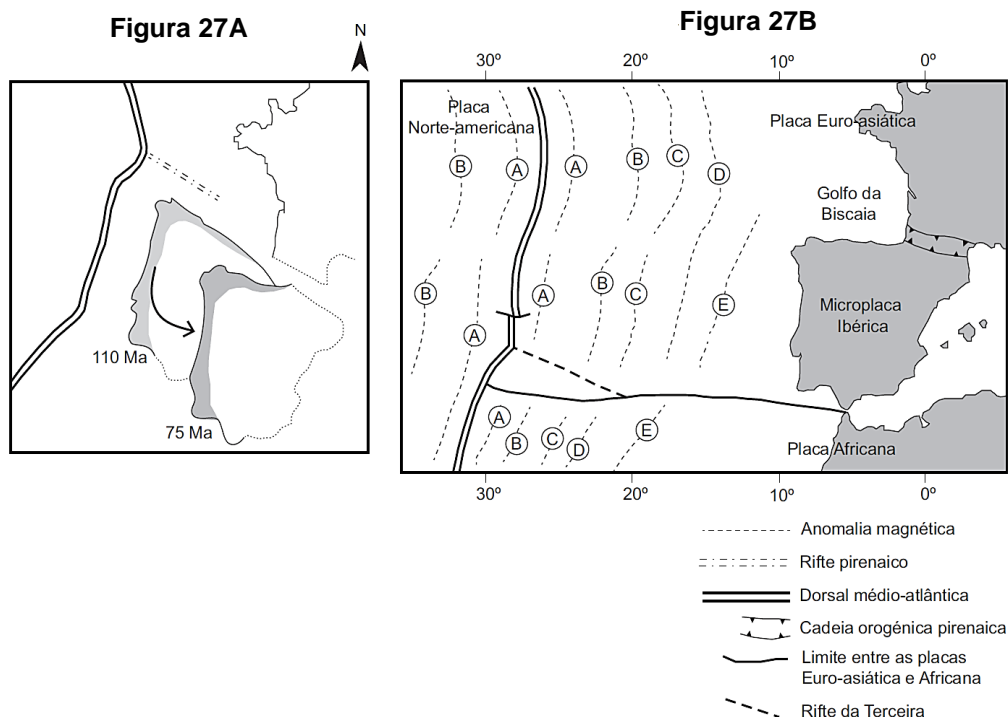
58.7. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a sequenciar acontecimentos que contribuíram para a formação de uma determinada rocha que aflora no cabo Carvoeiro.
A. Erosão das rochas do arquipélago das Berlengas.
B. Sedimentação de materiais detríticos na Bacia Lusitaniana.
C. Transporte de sedimentos provenientes do *horst* da Berlenga.
D. Formação de relevos resultantes da Orogenia Varisca.
E. Compactação e cimentação de fragmentos de rochas pré-existentes.

58.8. Faça corresponder os diferentes processos de meteorização das rochas, referidos na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Fraturação provocada pelo crescimento de cristais de sais nas fendas das rochas. **(b)** Fragmentação que ocorre em ambientes de grande amplitude térmica. **(c)** Formação de um precipitado resultante da alteração de minerais ferrosos em ambiente superficial.	**(1)** Dissolução **(2)** Haloclastia **(3)** Hidrólise **(4)** Oxidação **(5)** Termoclastia

58.9. Explique a existência do afloramento granítico que forma atualmente a ilha Berlenga, considerando a génese da rocha e a evolução tectónica da região.

59. Os polos do campo magnético terrestre têm sofrido inversões em intervalos de tempo irregulares. Estas inversões de polaridade ficaram registadas nas rochas dos fundos oceânicos, pois alguns minerais adquirem as características do campo magnético existente no momento da sua formação.
Através de estudos de paleomagnetismo e da datação das rochas do fundo oceânico, foi possível deduzir que a abertura do oceano Atlântico norte levou à instalação de um rifte intracontinental, o rifte pirenaico, do qual resultaram a formação de nova crosta oceânica e a abertura do golfo da Biscaia, a norte da Península Ibérica. Acompanhando este processo, que terá terminado há cerca de 75 milhões de anos (Ma), a microplaca Ibérica sofreu uma translação e uma rotação no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, movendo-se para sudeste.

Posteriormente, a abertura do Atlântico sul implicou a deriva da placa Africana para norte e a consequente mudança de trajetória da microplaca Ibérica, formando-se a cadeia montanhosa que hoje liga a Península Ibérica ao continente europeu, os Pireneús. Durante este processo, a zona leste do rifte pirenaico foi incorporada na cadeia de montanhas e, a oeste, parte da crosta oceânica do golfo da Biscaia subdutou na margem norte da microplaca Ibérica.
As Figuras 27A e 27B representam, de forma esquemática, a evolução da região entre os 110 Ma e os 75 Ma e a região na atualidade, respetivamente.

59.1. Identifique, de acordo com os dados da Figura 27B, a letra correspondente à anomalia magnética mais antiga registada nas rochas do fundo do Atlântico a oeste da Península Ibérica.

59.2. A formação do golfo da Biscaia esteve associada à ascensão de magma com _______ viscosidade através de falhas _______.

(A) baixa ... inversas
(B) baixa ... normais
(C) elevada ... inversas
(D) elevada ... normais

59.3. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência correta dos acontecimentos relacionados com a origem e com a evolução do rifte pirenaico.

A. Movimento da microplaca Ibérica para norte.
B. Incorporação da zona este do rifte na cadeia de montanhas.
C. Formação da dorsal do Atlântico norte.
D. Abertura do golfo da Biscaia.
E. Instalação do rifte intracontinental pirenaico.

59.4. À medida que a distância à dorsal oceânica aumenta,

(A) o grau geotérmico vai diminuindo, e a espessura de sedimentos é maior.
(B) o grau geotérmico vai aumentando, e a espessura de sedimentos é menor.
(C) o fluxo térmico vai diminuindo, e a espessura de sedimentos é maior.
(D) o fluxo térmico vai aumentando, e a espessura de sedimentos é menor.

59.5. Considere as seguintes afirmações, referentes a características de minerais.

1. Os minerais da série descontínua de Bowen geralmente têm estruturas cristalinas diferentes.
2. O quartzo apresenta uma temperatura de cristalização inferior à da biotite.
3. As plagióclases são silicatos ricos em cálcio e em potássio.

(A) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(B) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(C) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

59.6. Faça corresponder cada uma das descrições relativas à morfologia dos fundos oceânicos, expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Área extensa, com declives muito suaves, situada a grande profundidade. **(b)** Depressão alongada, associada a fronteira destrutiva de placas. **(c)** Zona com inclinação fraca, adjacente à faixa costeira.	**(1)** Dorsal oceânica **(2)** Fossa oceânica **(3)** Planície abissal **(4)** Plataforma continental **(5)** Talude continental

59.7. Demonstre, apresentando dados do texto, que o movimento da microplaca Ibérica esteve associado, em diferentes momentos, a um processo tectónico distensivo e a um processo tectónico compressivo.

60. A litologia e o registo fóssil da Bacia do Baixo Tejo permitem inferir que a região passou por diferentes fases climáticas e que, como resultado de variações do nível médio do mar e de movimentos tectónicos, foi tendo diferentes configurações paleogeográficas.

No Miocénico, de 23 a 5 milhões de anos (Ma), acompanhando a deriva da placa africana para norte, em relação à Península Ibérica, algumas rochas, que tinham sido depositadas na Bacia Lusitânica durante o Jurássico (de 199 a 145 Ma) e o Cretácico (de 145 a 66 Ma), sofreram deformação e deram origem às serras do Maciço Calcário Estremenho, a norte, e à serra da Arrábida, a sul.

Mais tarde, há cerca de 5 Ma, formou-se uma vasta planície emersa, entre Lisboa e a serra da Arrábida, onde se instalou o sistema fluvial precursor do Tejo atual, constituído por múltiplos canais que atravessavam a península de Setúbal, desaguando alguns na zona onde hoje se situa a Lagoa de Albufeira.

Posteriormente, entre 1,7 e 1,5 Ma, a subsidência1 da bacia de sedimentação e a atividade da falha do Vale Inferior do Tejo, entre Vila Nova da Barquinha e o Barreiro, e, mais a jusante, da falha do Gargalo do Tejo, a oeste de Lisboa, com direção E-O, provocaram a reorganização da rede hidrográfica do Tejo.

A Figura 28 apresenta um mapa geológico simplificado da região.

Nota: [1] subsidência – movimento lento de descida do fundo de uma bacia de sedimentação.

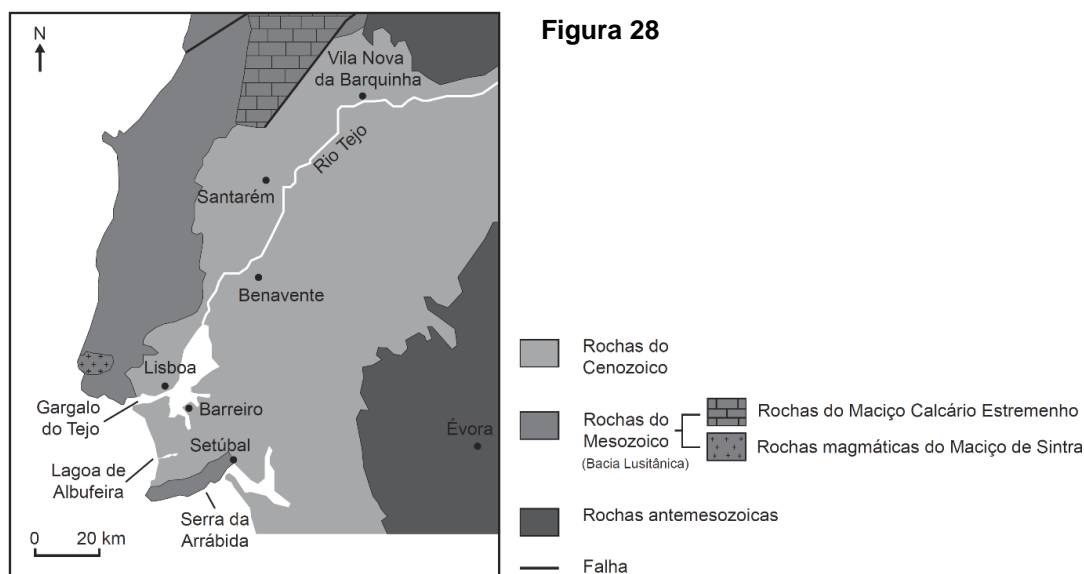



Figura 28

60.1. Considere as seguintes afirmações, referentes à evolução da Bacia do Baixo Tejo.

1. Há cerca de 5 Ma, alguns dos canais do sistema fluvial desaguavam numa zona situada a sul da foz atual.
2. Parte dos sedimentos que se encontram na península de Setúbal resultaram da erosão de rochas que afloravam no interior da Península Ibérica.
3. Na península de Setúbal, encontram-se calhaus rolados do granito de Sintra, o que indicia que, quando os mesmos se depositaram, o Tejo já desaguava na zona do «Gargalo».

(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.

60.2. As serras do Maciço Calcário Estremenho formaram-se no

(A) Cenozoico, num contexto tectónico distensivo.
(B) Cenozoico, num contexto tectónico compressivo.
(C) Mesozoico, num contexto tectónico distensivo.
(D) Mesozoico, num contexto tectónico compressivo.

60.3. Em 1909, ocorreu um sismo na região de Benavente. Com os dados disponíveis, é de supor que este sismo tenha estado associado à falha

(A) interplaca do Vale Inferior do Tejo.
(B) intraplaca do Vale Inferior do Tejo.
(C) interplaca do Gargalo do Tejo.
(D) intraplaca do Gargalo do Tejo.

60.4. Atualmente, em algumas zonas do litoral oeste de Portugal, verifica-se um acentuado _____ da linha de costa, relacionado com a _____ do nível médio da água do mar.

(A) avanço ... subida
(B) avanço ... descida
(C) recuo ... subida
(D) recuo ... descida

60.5. As barragens construídas no rio Tejo contribuem para

(A) controlar o risco de cheias ao longo do vale.
(B) aumentar a carga de sedimentos junto à foz.
(C) conservar os ecossistemas fluviais a jusante.
(D) diminuir a sedimentação nas zonas a montante.

60.6. Faça corresponder cada uma das descrições relativas a recursos minerais não metálicos, expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta na coluna **B**.

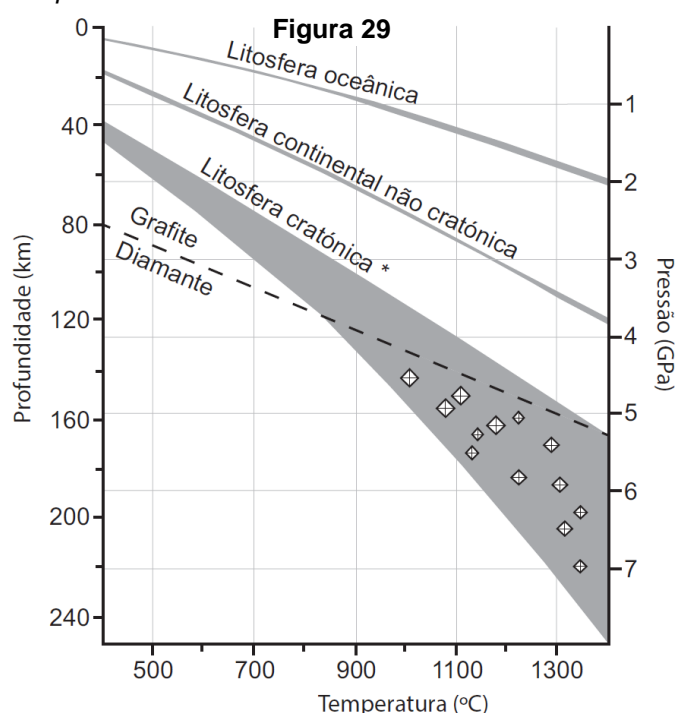
COLUNA A	COLUNA B
(a) Sedimentos ricos em quartzo, utilizados no fabrico de vidro.	**(1)** Argila
(b) Detritos finos utilizados no fabrico de cerâmica.	**(2)** Calcário
(c) Rocha metamórfica, não foliada, usada na construção civil.	**(3)** Mármore
	(4) Xisto
	(5) Areia

60.7. Explique o processo de formação das grutas existentes nas serras do Maciço Calcário Estremenho.

61. O carbono não ligado a outros elementos químicos ocorre na natureza em duas formas minerais distintas – a grafite e o diamante. O gráfico da Figura 29 traduz resultados experimentais que mostram os campos de estabilidade, em termos de pressão e de temperatura, para a formação do diamante e da grafite, bem como os gradientes geotérmicos em diferentes tipos de litosfera. Estes dados permitem compreender melhor a ocorrência de jazigos de diamante.

O diamante é trazido para a superfície por rochas como os kimberlitos, designação que provém de Kimberley, na África do Sul. O magma que origina estas rochas, derivado do peridotito, é ejetado a partir do manto superior, devido à pressão dos voláteis como a água e o dióxido de carbono. Os kimberlitos ocorrem, frequentemente, em chaminés verticais que atravessaram a litosfera e incluem uma grande variedade de minerais, além dos minerais típicos dos peridotitos.

Os diamantes surgem, por vezes, a centenas de quilómetros de distância das chaminés kimberlíticas, em depósitos sedimentares fluviais, designados *placers*.

Figura 29

61.1. Os kimberlitos são rochas com _______ percentagem de sílica e apresentam minerais como _______.
(A) elevada … o quartzo
(B) elevada … a olivina
(C) baixa … o quartzo
(D) baixa … a olivina

61.2. Os diamantes formam-se em zonas tectonicamente _______, a profundidades _______ a 120 km.
(A) estáveis … superiores
(B) estáveis … inferiores
(C) instáveis … superiores
(D) instáveis … inferiores

61.3. De acordo com os dados da Figura 29, à temperatura de 800 °C e à pressão de _______, há condições para a formação de _______.
(A) 5 GPa … diamante numa zona de litosfera cratónica
(B) 3 GPa … grafite numa zona de litosfera cratónica
(C) 4 GPa … diamante numa zona de litosfera oceânica
(D) 2 GPa … grafite numa zona de litosfera oceânica

61.4. Relativamente às características do diamante e da grafite, pode afirmar-se que
(A) o diamante é riscado pelo quartzo, segundo a escala de Mohs.
(B) o diamante é um mineral que pertence à classe dos silicatos.
(C) a grafite apresenta cor negra quando reduzida a pó.
(D) a grafite é um mineral que apresenta dureza elevada.

61.5. O diamante e a grafite são minerais
(A) isomorfos por apresentarem composição química igual e estrutura cristalina diferente.
(B) isomorfos por apresentarem composição química diferente e estrutura cristalina igual.
(C) polimorfos por apresentarem composição química igual e estrutura cristalina diferente.
(D) polimorfos por apresentarem composição química diferente e estrutura cristalina igual.

61.6. Os kimberlitos, devido à sua composição, têm uma densidade média _______ à das rochas crustais envolventes, estando, por isso, associados a anomalias gravimétricas _______.
(A) superior … negativas
(B) superior … positivas
(C) inferior … negativas
(D) inferior … positivas

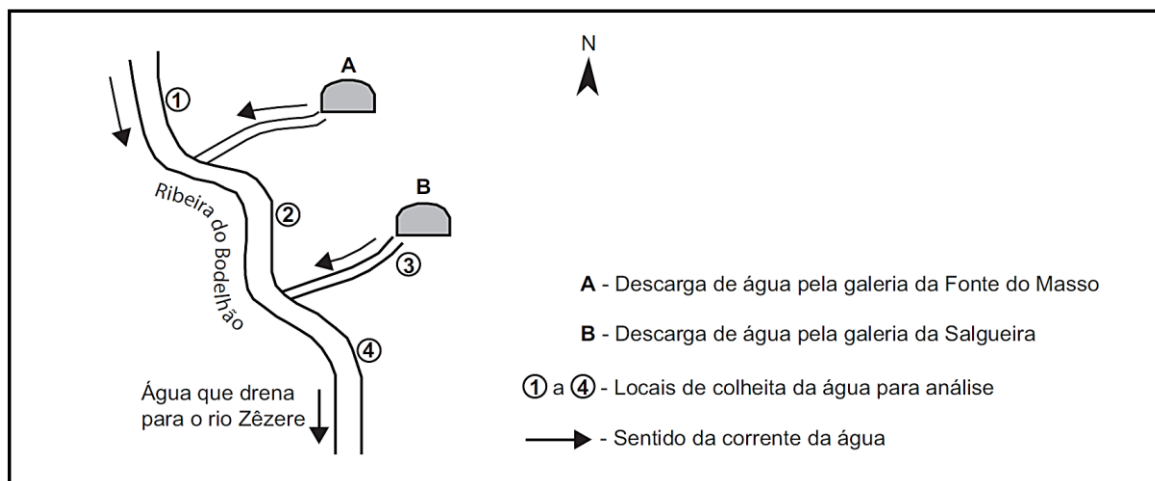
61.7. Considere as seguintes afirmações, referentes à exploração intensiva de inertes no leito de um curso de água.
1. A exploração intensiva de inertes pode conduzir ao aumento da carga sedimentar a montante.
2. A exploração intensiva de inertes pode conduzir à redução da erosão ao longo da linha de costa.
3. A exploração intensiva de inertes pode conduzir à alteração da dinâmica das correntes fluviais.
(A) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(B) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(C) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

61.8. Faça corresponder cada uma das descrições de rochas expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Rocha resultante da precipitação de sulfato de cálcio. **(b)** Rocha resultante da recristalização de calcite. **(c)** Rocha resultante da consolidação lenta de magma.	**(1)** Basalto **(2)** Calcário **(3)** Gabro **(4)** Gesso **(5)** Mármore

61.9. Explique a acumulação de diamantes em *placers*, localizados a centenas de quilómetros das chaminés kimberlíticas.
Na resposta, deverá ter em consideração as propriedades do diamante e os processos de geodinâmica externa envolvidos na formação dos *placers*.

62. Na região da Panasqueira, a cerca de 30 km da cidade da Covilhã, existe um importante jazigo de volfrâmio e de estanho, que deu origem a um conjunto de minas. Nesta região, constituída essencialmente por xistos, provavelmente do Pré-câmbrico superior, ocorreram intrusões de granitos e de filões de quartzo, datados por métodos isotópicos como tendo cerca de 289 milhões de anos. Estes filões estão mineralizados com volframite – $(Fe, Mn)WO_4$, cassiterite – SnO_2, pirite – FeS_2, calcopirite – $CuFeS_2$ e arsenopirite – FeAsS.
Em 2010, algumas minas encontravam-se abandonadas, sendo as escombreiras e a drenagem das galerias subterrâneas responsáveis por alguns focos de poluição da água e dos solos da região.
A Figura 30 apresenta esquematicamente os locais de descarga de duas dessas galerias subterrâneas, um troço da ribeira do Bodelhão e os locais (1, 2, 3 e 4) onde foram colhidas amostras de água para análise.
Na Tabela 2, apresentam-se os resultados das análises das amostras de água para o pH e para alguns metais, bem como os valores limite admissíveis (VLA) do pH e os valores máximos admissíveis (VMA) desses metais, para a água usada na rega e no consumo humano.

Figura 30

Resultados das análises / Locais de recolha	pH	Cobre – Cu (ppm)	Manganês – Mn (ppm)	Ferro – Fe (ppm)	Zinco – Zn (ppm)	Arsénio – As (ppm)
1	5,27	0,04	0,09	0,13	0,52	0,00
2	5,16	0,15	0,87	0,03	1,04	0,00
3	3,99	2,01	8,60	4,09	12,60	0,026
4	4,18	3,11	8,20	2,91	15,80	0,026
Rega	4,5-9,0 (VLA)	5,0 (VMA)	10,0 (VMA)	-	10,0 (VMA)	10,0 (VMA)
Consumo humano	6,5-8,5 (VLA)	0,10 (VMA)	0,05 (VMA)	0,20 (VMA)	- (VMA)	0,05 (VMA)

62.1. Identifique o tipo de metamorfismo responsável pela formação dos xistos da região da Panasqueira.

62.2. Os filões de quartzo mineralizados são mais ___ do que os xistos e resultaram de uma atividade magmática ___.
(A) recentes … intrusiva
(B) recentes … extrusiva
(C) antigos … intrusiva
(D) antigos … extrusiva

62.3. Na ribeira do Bodelhão, a presença de cobre, resultante da oxidação da _______, deve-se essencialmente à descarga de água da galeria da _______.
(A) calcopirite … Fonte do Masso
(B) cassiterite … Fonte do Masso
(C) calcopirite … Salgueira
(D) cassiterite … Salgueira

62.4. Considere as seguintes afirmações, referentes à água da ribeira do Bodelhão no troço representado.
1. A montante da descarga da galeria da Fonte do Masso, a água pode ser usada para consumo humano.
2. No local de colheita 4, a água pode ser usada para a rega.
3. O valor do pH da água diminui no sentido da corrente.
(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.

62.5. Nas escombreiras, a coesão dos materiais acumulados é _______, pelo que os movimentos em massa poderão ser potenciados pela existência de um _______ teor de água.
(A) elevada … elevado
(B) reduzida … reduzido
(C) elevada … reduzido
(D) reduzida … elevado

62.6. Uma jazida constitui uma reserva se
(A) estiver a pequena profundidade.
(B) produzir mais do que um metal.
(C) for economicamente viável.
(D) ocupar uma vasta área.

62.7. O quartzo e a pirite são
(A) minerais que pertencem ao grupo dos sulfuretos.
(B) um silicato e um sulfureto, respetivamente.
(C) minerais que pertencem ao grupo dos silicatos.
(D) um sulfureto e um silicato, respetivamente.

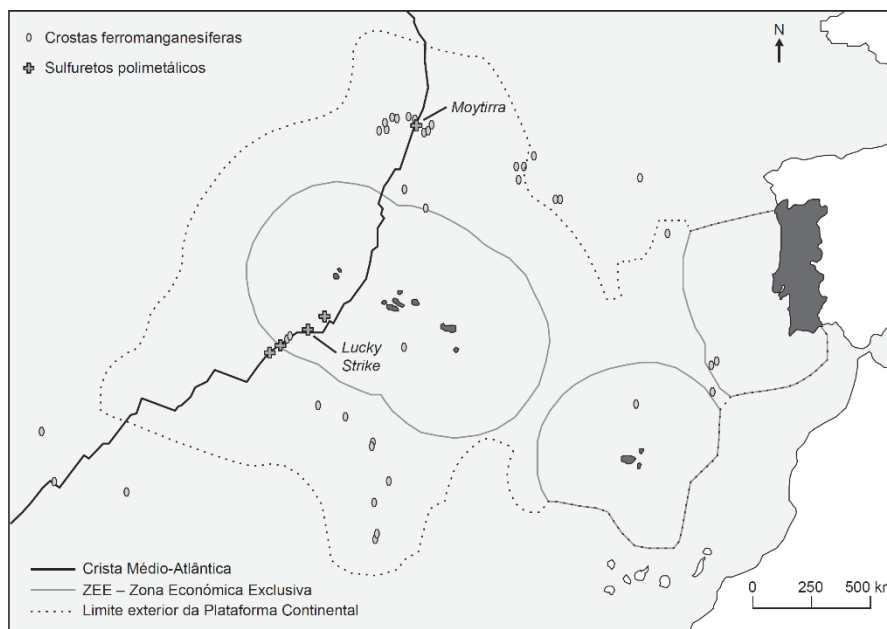
62.8. Quando os xistos que existem atualmente na região mineira da Panasqueira se formaram, predominavam
(A) processos associados a um estiramento da crosta continental.
(B) tensões associadas a um limite de placas convergente.
(C) processos associados ao alargamento de bacias sedimentares.
(D) tensões associadas a um limite de placas divergente.

62.9. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos que ocorreram na região da Panasqueira.
A. Instalação do vale do rio Zêzere.
B. Formação de rochas com textura foliada.
C. Recristalização de minerais por metamorfismo de contacto.
D. Intrusão de magmas ricos em sílica.
E. Exploração de filões quartzíticos mineralizados.

62.10. Relacione a existência de escombreiras na região da Panasqueira com a alteração do pH da água do rio Zêzere nas proximidades da mina.

63. As fontes hidrotermais submarinas e a descarga fluvial de metais de origem continental disponibilizam os metais necessários à génese de depósitos polimetálicos, que ocorrem em fundos oceânicos e cujas distribuição e espessura são influenciadas pelas correntes oceânicas.
Entre esses depósitos salientam-se as crostas ferromanganesíferas, formadas a profundidades de 400 a 4000 metros, em zonas de substrato de rocha consolidada. Estas crostas contêm cobalto, níquel, telúrio e terras raras, suscetíveis de serem explorados. As terras raras são elementos químicos com particular interesse, por serem usados, por exemplo, no fabrico de computadores e de turbinas eólicas.
Nos fundos oceânicos, ocorrem ainda outros materiais rochosos com interesse económico e científico, como os sulfuretos polimetálicos.
Perante a escassez atual no fornecimento de 14 metais estratégicos, a era da mineração submarina está prestes a começar.
Na Figura 30, estão representados os limites da Plataforma Continental[1] (em aprovação) e da Zona Económica Exclusiva (ZEE)[2] portuguesas e a localização esquemática de crostas, de sulfuretos polimetálicos e de campos hidrotermais, nomeadamente, *Lucky Strike* e *Moytirra*.

Notas: [1] Plataforma Continental — conceito jurídico definido no Artigo 76.° da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM); este conceito não corresponde ao conceito geológico de plataforma continental.
[2] Zona Económica Exclusiva (ZEE) — refere-se aos direitos de soberania para a exploração, conservação e gestão dos recursos naturais vivos e não vivos na coluna de água e no espaço aéreo sobrejacente (CNUDM, Artigo 56.°).

Figura 30

63.1. O campo hidrotermal *Moytirra* encontra-se numa zona de _____, e a fonte de metais para a génese das crostas ferromanganesíferas que aí ocorrem é predominantemente ______.

(A) elevado fluxo térmico ... continental
(B) baixo grau geotérmico ... marinha
(C) baixo fluxo térmico ... marinha
(D) elevado grau geotérmico ... continental

63.2. Considere as seguintes afirmações, referentes aos recursos submarinos.
1. Um depósito polimetálico submarino considera-se uma reserva se estiver a baixa profundidade.
2. As crostas polimetálicas depositam-se sobre substrato basáltico.
3. As terras raras são usadas em tecnologia para a produção de energia «verde».

(A) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
(B) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.

63.3. Na zona do campo hidrotermal *Lucky Strike*, o substrato é formado por uma rocha
(A) mesocrática com origem num magma rico em sílica.
(B) mesocrática com origem num magma pobre em sílica.
(C) melanocrática com origem num magma rico em sílica.
(D) melanocrática com origem num magma pobre em sílica.

63.4. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos que pode dar origem a uma crosta polimetálica.
A. Transporte de metais pelos rios até ao mar.
B. Meteorização de rochas em ambiente continental.
C. Acumulação de óxidos e hidróxidos de Fe e Mn na coluna de água.
D. Circulação de metais nas águas de escorrência.
E. Precipitação de compostos metálicos sobre o substrato oceânico.

63.5. Explique em que medida a extração dos depósitos polimetálicos submarinos envolve problemas tecnológicos e ambientais.
Na sua resposta, apresente um exemplo de um problema tecnológico e um exemplo de um problema ambiental.

64. O petróleo, mistura de hidrocarbonetos (HC) e de não hidrocarbonetos, resulta de transformações a partir do querogénio, a fração da matéria orgânica sedimentar que é insolúvel nos solventes orgânicos comuns.
Até 1000 metros de profundidade e 50 °C, a matéria orgânica incorporada nos sedimentos sofre diagénese, dando origem, consoante os ambientes de sedimentação, a diferentes tipos de querogénio — I, II, III ou IV —, que apresentam, sucessivamente, quantidades decrescentes de hidrogénio.

Para a determinação do potencial gerador, isto é, da quantidade de petróleo que um querogénio é capaz de gerar, é usada a técnica de pirólise *Rock-Eval*. Nesta técnica, uma pequena quantidade de rocha é submetida a temperaturas que permitem a degradação do querogénio e a geração de hidrocarbonetos.
Na margem oeste da Península Ibérica foram colhidas amostras de rocha de diferentes formações geológicas da Bacia Lusitânica. Os métodos utilizados para o estudo das amostras são descritos a seguir, de forma sumária. Na Tabela 3, apresentam-se alguns resultados obtidos em três das amostras estudadas, nas quais se identificou querogénio I-II e III-IV.

Métodos utilizados

1 — As amostras foram tratadas com ácido clorídrico.

2 — A componente não eliminada pelo ácido foi utilizada na análise do teor de carbono orgânico total (COT) das amostras e no cálculo do seu resíduo insolúvel.

3 — Nas amostras com teores de COT superiores a 0,5%, foram quantificados o potencial gerador e os índices de hidrogénio.

Resultados obtidos

Tabela 3

Amostra	Idade (Ma)	Formação geológica	Resíduo insolúvel (%)	Carbono orgânico total (%)	Índice de hidrogénio (mg HC/g COT)	Potencial gerador (mg HC/g de rocha)
1	Jurássico superior (161-155)	Cabaços	14	2,8	563,9	16,0
2	Jurássico inferior (199-196)	Pereiros	96	0,6	16,7	0,1
3	Triásico (228-216)	Conraria	96	0,9	33,3	0,3

64.1. O tratamento inicial das amostras com ácido clorídrico teve como objetivo

(A) identificar a fração argilosa.
(B) eliminar o carbono orgânico.
(C) transformar o querogénio.
(D) remover o carbonato de cálcio.

64.2. O objetivo da investigação foi

(A) quantificar o resíduo insolúvel disponível para a geração de petróleo.
(B) compreender a evolução da zona correspondente à Bacia Lusitânica.
(C) avaliar o potencial das rochas para a geração de petróleo.
(D) identificar a origem dos sedimentos da Bacia Lusitânica.

64.3. Considere as seguintes afirmações, referentes às amostras estudadas.

1. As rochas da formação de Cabaços formaram-se no final do Mesozoico.
2. O resíduo insolúvel da amostra de Conraria indicia que se trata de uma rocha carbonatada.
3. A amostra da formação de Pereiros é a mais pobre em carbono orgânico.

(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.

64.4. Para identificar jazigos _____ potencialmente favoráveis à acumulação de petróleo, realizam-se estudos _____.

(A) metálicos ... gravimétricos
(B) metálicos ... magnéticos
(C) de sal-gema … gravimétricos
(D) de sal-gema ... magnéticos

64.5. Numa armadilha petrolífera,

(A) a água salgada encontra-se subjacente ao petróleo.
(B) os argilitos constituem boas rochas-armazém.
(C) a rocha-cobertura tem elevada permeabilidade.
(D) os granitos constituem boas rochas-mãe do petróleo.

64.6. A utilização de combustíveis fósseis pelos automóveis e pelas indústrias conduz

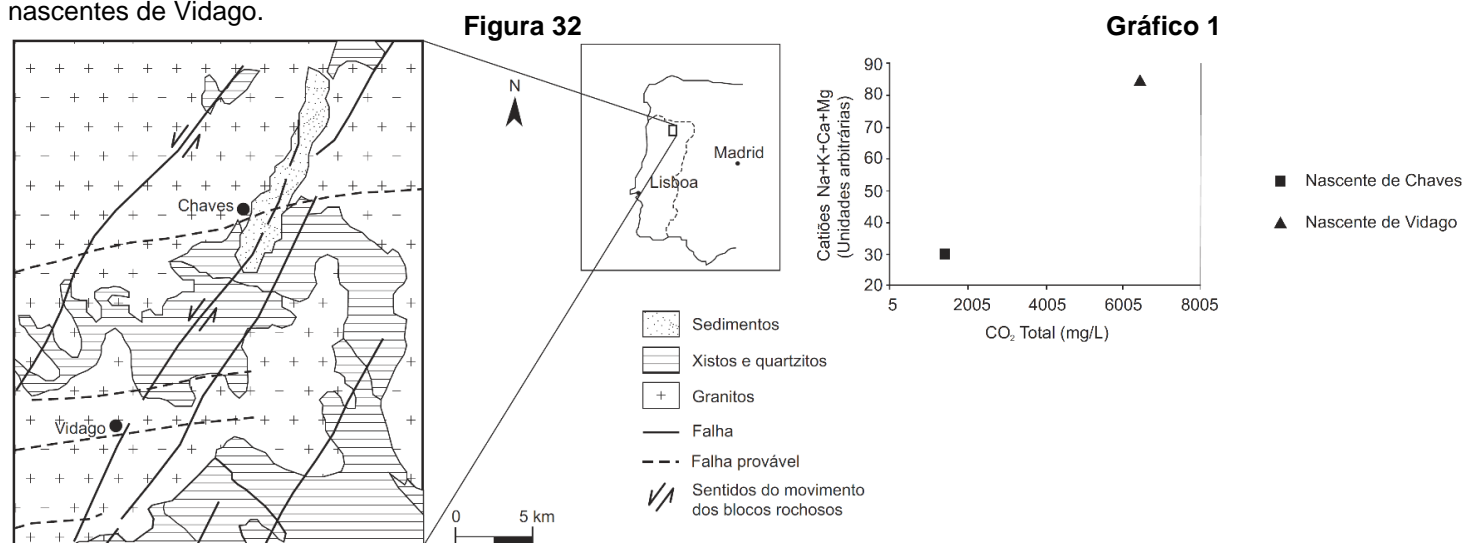
(A) ao aumento progressivo de radiação ultravioleta.
(B) ao decréscimo da absorção da radiação infravermelha.
(C) ao decréscimo do teor de dióxido de carbono atmosférico.
(D) ao aumento progressivo do efeito de estufa.

64.7. A formação de carvões pode ocorrer se os restos orgânicos forem
(A) rapidamente cobertos por sedimentos em ambiente marinho.
(B) lentamente cobertos por sedimentos em ambiente marinho.
(C) lentamente cobertos por sedimentos em ambiente continental.
(D) rapidamente cobertos por sedimentos em ambiente continental.

64.8. Ordene as expressões identificadas pelas letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos relacionados com a formação de um jazigo de petróleo.
A. Formação de querogénio.
B. Deposição de sedimentos ricos em matéria orgânica.
C. Formação de petróleo.
D. Acumulação de hidrocarbonetos na rocha-armazém.
E. Migração de hidrocarbonetos em direção à superfície.

64.9. Justifique a afirmação seguinte: «O querogénio do tipo I-II apresenta elevado potencial gerador».
Na sua resposta, utilize os resultados da investigação.

65. A região de Chaves, cujo contexto geológico se apresenta na Figura 32, é atravessada por um sistema de falhas formado no final do Paleozoico — zona de falha Penacova-Régua-Verín. Nos últimos 2 milhões de anos (Ma), a reativação daquelas falhas deu origem à Bacia de Chaves, que foi sendo preenchida por sedimentos.
Ao longo desta zona de falha, ocorrem nascentes de águas mineralizadas gasocarbónicas com composição bicarbonatada sódica. As águas da região são hipotermais, à exceção da água da região de Chaves, que, num dos furos, atinge 76 °C.
O grau de mineralização de uma água resulta da interação água-rocha. Normalmente, temperaturas mais elevadas dão origem a águas mais mineralizadas. No entanto, no caso das águas gasocarbónicas, é o teor em CO_2, cuja solubilidade aumenta com a diminuição da temperatura, que mais influencia a mineralização da água. O Gráfico 1 apresenta a relação entre quatro catiões e o CO_2 presente na água de uma das nascentes de Chaves e de uma das nascentes de Vidago.

Figura 32 **Gráfico 1**

65.1. A temperatura do fluido geotérmico na cidade de Chaves _____ a produção de energia elétrica, dado que se trata de um jazigo de _____ entalpia.
(A) favorece ... baixa
(B) não favorece ... alta
(C) não favorece ... baixa
(D) favorece ... alta

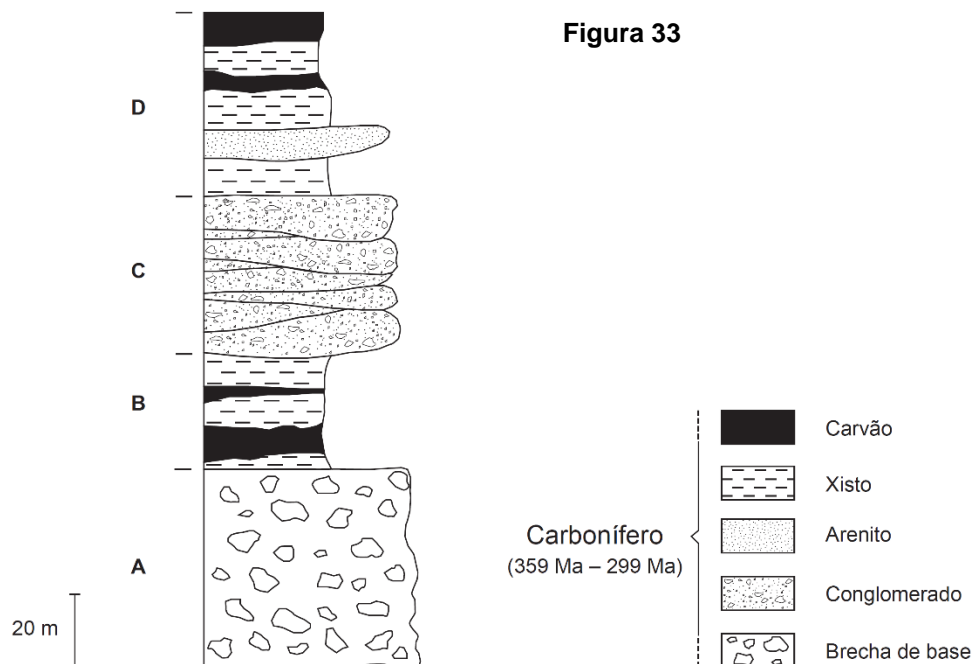
65.2. De acordo com os dados da Figura 32, pode concluir-se que o sistema de falhas de Penacova-Régua-Verín é formado por falhas
(A) inversas, com direção NO-SE.
(B) de desligamento, com direção NE-SO.
(C) inversas, com direção NE-SO.
(D) de desligamento, com direção NO-SE.

65.3. Os depósitos argilosos incluídos nos sedimentos da Bacia de Chaves contêm caulinite, associada a quartzo e a feldspatos. As afirmações seguintes referem-se à formação desses depósitos.
1. A caulinite resultou da meteorização física dos granitos da região.
2. Os feldspatos resultaram da meteorização química dos granitos da região.
3. O quartzo resultou, essencialmente, da erosão progressiva dos granitos da região.
(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.

65.4. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com a história geológica da região.
A. Rutura de rochas, originando o sistema de falhas Penacova-Régua-Verín.
B. Deposição de sedimentos nos mares paleozoicos.
C. Formação de rochas metamórficas associada a um processo orogénico.
D. Génese da Bacia de Chaves.
E. Reativação cenozoica das falhas da região.

65.5. Explique, considerando as temperaturas e o teor de CO_2 das águas de Chaves e de Vidago, a diferente mineralização destas águas.

66. Durante os últimos estádios da génese da cadeia montanhosa Varisca, no final do Paleozoico, formou-se uma bacia sedimentar intramontanhosa – a Bacia Carbonífera do Douro –, na qual foi explorado carvão até ao final do século passado. Esta bacia, onde se desenvolveu um sistema fluvial, foi sendo alimentada, essencialmente, por sedimentos provenientes de relevos próximos e pela matéria vegetal que conduziu à formação de carvão. Para a génese deste carvão contribuíram fenómenos de afundimento.
Atualmente, a zona onde se situa a Bacia Carbonífera do Douro, no noroeste de Portugal continental, apresenta uma morfologia acidentada, na qual se destacam relevos de rochas quartzíticas formados por erosão diferencial – cristas quartzíticas. Estas cristas apresentam fraturas transversais à sua orientação.
A exploração da mina de carvão de Germunde, que decorreu entre 1795 e 1994, deu origem a fraturas que causaram danos nas habitações e nas condutas de água e de saneamento. No século XX, nesta mina, os materiais rejeitados foram usados no preenchimento das cavidades resultantes da extração do carvão.
A Figura 33 representa parte da coluna estratigráfica do afloramento de Germunde, cujas unidades estratigráficas estão representadas pelas letras A, B, C e D.

Figura 33

Nota – A unidade **C** apresenta estratificação entrecruzada, característica de situações em que o agente de transporte dos sedimentos tem uma direção variável.

66.1. Durante a génese da cadeia montanhosa Varisca, terá ocorrido movimento
(A) convergente entre placas litosféricas e estiramento crustal.
(B) convergente entre placas litosféricas e metamorfismo regional.
(C) divergente entre placas litosféricas e espessamento crustal.
(D) divergente entre placas litosféricas e metamorfismo de contacto.

66.2. Atualmente, na região da Bacia Carbonífera do Douro, alguns cursos de água atravessam os quartzitos
(A) devido à porosidade destas rochas.
(B) devido à reduzida resistência à erosão destas rochas.
(C) aproveitando a fraturação destas rochas.
(D) aproveitando o comportamento dúctil destas rochas.

66.3. Na passagem da unidade A para a B, a granulometria dos sedimentos depositados na Bacia Carbonífera do Douro
(A) aumentou, o que indicia uma diminuição de energia no ambiente sedimentar.
(B) aumentou, o que indicia um aumento de energia no ambiente sedimentar.
(C) diminuiu, o que indicia um aumento de energia no ambiente sedimentar.
(D) diminuiu, o que indicia uma diminuição de energia no ambiente sedimentar.

66.4. Para a formação de carvão na Bacia Carbonífera do Douro contribuiu
(A) o afundimento da bacia, associado à diminuição da pressão litostática.
(B) o aumento da compactação, associado à perda de água.
(C) o levantamento da bacia, associado à erosão diferencial.
(D) o enriquecimento em carbono, associado à atividade de bactérias aeróbias.

66.5. Considere as afirmações seguintes, referentes à coluna estratigráfica do afloramento de Germunde, representado na Figura 33.
I. Nas unidades B e D, os leitos de carvão estão intercalados em rochas quimiogénicas.
II. A unidade C contém sedimentos que indiciam deposição em ambiente fluvial.
III. A unidade B indicia uma sedimentação em meio continental lacustre.
(A) I é verdadeira; II e III são falsas.
(B) II é verdadeira; I e III são falsas.
(C) II e III são verdadeiras; I é falsa.
(D) I e III são verdadeiras; II é falsa.

66.6. Explique de que modo o procedimento utilizado na mina de Germunde, no século XX, contribuiu para minimizar o risco geológico associado à destruição de bens materiais, decorrente da exploração mineira.

67. Na mina de fosfato de Wengan, no sudoeste da China, é explorada a Formação de Doushantuo. Esta formação geológica inclui rochas como: (1) argilitos, com tendência para se dividirem em folhas ou lâminas paralelamente à direção de estratificação; (2) fosforitos, rochas formadas em meio marinho, cuja génese está relacionada com a evolução biológica, constituídas por abundantes quantidades de fosfatos, que precipitaram juntamente com carbonato de cálcio e óxidos de ferro; (3) rochas carbonatadas.
As rochas de Doushantuo podem ser agrupadas em dois conjuntos, a sequência inferior e a sequência superior, ambas transgressivas e separadas, em alguns locais, por carbonatos que sofreram carsificação.
As rochas da sequência inferior da Formação de Doushantuo, assim como outras rochas semelhantes e contemporâneas que afloram em diversos locais do globo, registam os efeitos do fim da glaciação Marinoana. Como consequência das mudanças climáticas associadas ao final deste período glaciar, os processos geológicos que ocorreram na superfície descoberta dos continentes propiciaram o aumento da quantidade de fósforo transportado pelos rios, contribuindo para o aumento dos nutrientes disponíveis nos oceanos.
A sequência superior é conhecida pelo elevado grau de preservação e pela grande variedade de organismos fossilizados contidos nos fosforitos.
As idades U-Pb obtidas em minerais contidos nas cinzas vulcânicas, intercaladas na Formação de Doushantuo, indicam que a deposição desta formação ocorreu entre os 635 e os 551 milhões de anos, antes do início do Paleozoico.

67.1. De acordo com os dados, as rochas que separam as sequências inferior e superior da Formação de Doushantuo sofreram meteorização
(A) química, por dissolução.
(B) física, pelo processo de crioclastia.
(C) química, por hidrólise.
(D) física, pela ação dos seres vivos.

67.2. A fossilização dos organismos descobertos na Formação de Doushantuo foi possível porque
(A) a sedimentação ocorreu num ambiente de elevado hidrodinamismo.
(B) a camada de ozono protegeu os organismos da radiação ultravioleta.
(C) a formação das rochas quimiogénicas preservou a sua morfologia.
(D) a deposição rápida de detritos finos conservou as suas características.

67.3. As rochas da sequência inferior da Formação de Doushantuo evidenciam _______ da profundidade do mar e a deposição de sedimentos progressivamente mais _______.
(A) o aumento … grosseiros
(B) o aumento … finos
(C) a diminuição … finos
(D) a diminuição … grosseiros

67.4. Considere as afirmações seguintes, relativas à Formação de Doushantuo.
I. Os sedimentos depositaram-se no final de um período glaciar.
II. Os fósseis encontrados são de organismos marinhos.
III. A atividade vulcânica registada foi essencialmente efusiva.
(A) III é verdadeira; I e II são falsas.
(B) I e II são verdadeiras; III é falsa.
(C) II e III são verdadeiras; I é falsa.
(D) I é verdadeira; II e III são falsas.

67.5. A existência de argilito na Formação de Doushantuo permite inferir que as rochas foram sujeitas
(A) a pressão litostática e a compactação.
(B) a tensões que provocaram fraturação.
(C) a metamorfismo de contacto.
(D) a processos de deformação dúctil.

67.6. Na exploração mineira de Wengan,
(A) os fosfatos extraídos são colocados em escombreiras.
(B) a ganga resultante tem um elevado valor económico.
(C) a tecnologia é complexa, pois as rochas são muito antigas.
(D) o recurso explorado é considerado não renovável.

67.7. Faça corresponder cada uma das descrições relativas a diferentes tipos de rochas expressas na coluna A à designação correspondente, que consta na coluna B.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Rocha formada a elevadas pressões e temperaturas que faz efervescência em contacto com os ácidos. **(b)** Rocha de granulometria fina, cuja génese está associada a ambientes de baixo hidrodinamismo. **(c)** Rocha, por vezes biogénica, formada devido à precipitação de carbonato de cálcio.	**(1)** Argilito **(2)** Calcário **(3)** Fosforito **(4)** Mármore **(5)** Quartzito

67.8. Explique de que modo os processos geológicos, que ocorreram nos continentes, associados às mudanças climáticas do final da glaciação Marinoana poderão ter contribuído para a formação dos fosforitos e para a grande variedade de organismos marinhos fossilizados neles contidos.

Unidade 0 - DIVERSIDADE NA BIOSFERA

1. O acompanhamento ao microscópio do movimento de células flageladas implica uma deslocação da platina no _______ do movimento das células, porque o microscópio _______ a imagem que se obtém das células.

(A) sentido contrário ao ... inverte
(B) sentido contrário ao ... amplia
(C) mesmo sentido ... inverte
(D) mesmo sentido ... amplia

2. As amibas são seres facilmente observáveis ao microscópio ótico composto.
Considere as seguintes afirmações, referentes à microscopia ótica.
1. Quanto maior é a ampliação, maior é o campo de observação.
2. A imagem é simétrica e invertida em relação ao objeto.
3. A primeira focagem deve ser feita utilizando o parafuso micrométrico.

(A) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(C) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(D) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.

3. Da matéria ______ que circula numa teia alimentar fazem parte _______, compostos ricos em nitrogénio.

(A) orgânica ... os glícidos
(B) inorgânica ... os glícidos
(C) inorgânica ... as proteínas
(D) orgânica ... as proteínas

4. Faça corresponder cada uma das descrições relativas a compostos orgânicos, expressas na coluna A à respetiva designação, que consta na coluna B.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Glúcido complexo que forma a parede celular das células vegetais. **(b)** Polímero que contém pentoses e que é responsável pela informação contida na célula. **(c)** Molécula anfipática que compõe as membranas celulares.	**(1)** Ácido nucleico **(2)** Ácido gordo **(3)** Celulose **(4)** Fosfolípido **(5)** Glicogénio

5. As moléculas de DNA são polímeros de
(A) bases azotadas, encontrando-se maioritariamente no núcleo.
(B) bases azotadas, encontrando-se maioritariamente no citoplasma.
(C) nucleótidos, encontrando-se maioritariamente no núcleo.
(D) nucleótidos, encontrando-se maioritariamente no citoplasma.

6. Faça corresponder a cada uma das descrições relativas aos níveis de organização biológica dos mangais, expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Conjunto de células semelhantes de uma planta de mangal responsável pela excreção do sal. **(b)** Conjunto de seres vivos que vive junto às raízes de um mangal. **(c)** Conjunto de seres vivos de um mangal que interagem entre si e com o meio. **(d)** Unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos que habitam nos mangais. **(e)** Grupo de plantas de mangal, da mesma espécie, que habita num determinado local.	**(1)** Biosfera **(2)** Ecossistema **(3)** Comunidade **(4)** População **(5)** Organismo **(6)** Órgão **(7)** Tecido **(8)** Célula

7. No século XIX, o camelo foi introduzido pelo homem na Austrália, onde atualmente se encontra uma população selvagem, descendente de indivíduos que escaparam aos seus proprietários. Esta população cresceu descontroladamente, porque não existem predadores locais. Em 2005, no deserto no Sul da Austrália, foram abatidos cerca de 3000 camelos selvagens, porque estavam a afetar os escassos recursos destinados ao gado bovino e ao gado ovino.
Relacione a necessidade de abate de camelos com as alterações verificadas na dinâmica do ecossistema natural, após a introdução deste animal no deserto australiano.

8. No século XIX, a causa da aterosclerose — doença degenerativa que provoca a obstrução progressiva das artérias — foi alvo de discussão e investigação, confrontando-se na época três hipóteses explicativas, baseadas na observação microscópica de artérias afetadas:
- a aterosclerose resulta do envelhecimento, não se tratando de uma doença;
- a aterosclerose é uma doença devida a perturbações do metabolismo da própria artéria;
- a aterosclerose resulta da adesão de coágulos às artérias, coágulos esses que se transformam, gradualmente, em placas ateroscleróticas.

Em 1912, Nikolai Anitschkov realizou, com outros médicos, um conjunto de experiências, no qual foram utilizados três grupos de coelhos, sujeitos a diferentes regimes alimentares. Os resultados obtidos nessas experiências encontram-se representados no quadro I.

Quadro I

Grupo	Regime alimentar	Resultados
1	Fluido muscular (muito rico em proteínas e água)	Sem registo de aterosclerose
2	Clara de ovo (muito rica em proteínas e água)	Sem registo de aterosclerose
3	Gema de ovo (muito rica em lípidos e água, com poucas proteínas)	Placas de aterosclerose na aorta

8.1. Selecione a alternativa que apresenta a questão a que o conjunto de experiências descrito procura responder.
(A) Qual o tipo de proteína que evita o aparecimento de aterosclerose?
(B) Qual a quantidade de gema de ovo que provoca a aterosclerose?
(C) Qual o tipo de nutriente que provoca a aterosclerose?
(D) Qual a quantidade máxima de água que evita o aparecimento de aterosclerose?

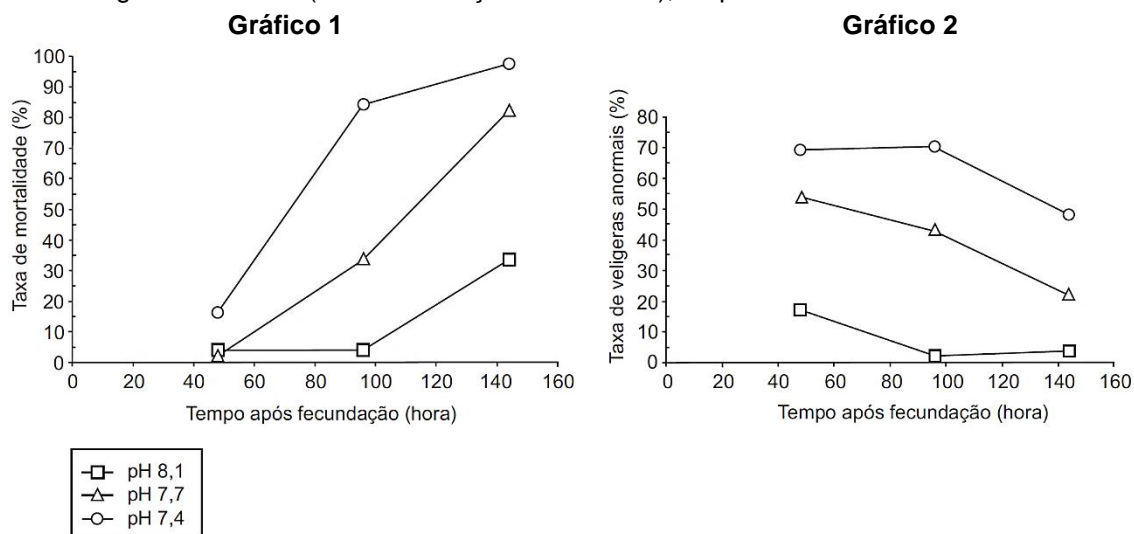
8.2. Para identificar a substância responsável pela aterosclerose, a etapa seguinte da investigação mencionada poderia ser:
(A) efetuar a mesma experiência com outros animais.
(B) pesquisar os diferentes tipos de lípidos presentes na gema de ovo.
(C) estudar a circulação dos coelhos.
(D) repetir a experiência com quantidades menores de fluidos musculares.

8.3. Pesquisou-se a presença de placas de aterosclerose em coelhos de diferentes grupos, tendo-se realizado a seguinte experiência:
- constituíram-se três grupos experimentais (X, Y e Z);
- cada grupo é constituído por coelhos com a mesma idade;
- os coelhos dos grupos X, Y e Z têm idades diferentes;
- os coelhos dos três grupos foram submetidos ao mesmo regime alimentar.

Todas as outras possíveis variáveis foram controladas.

Selecione a alternativa que formula a hipótese que poderia ser testada por este procedimento experimental.
(A) A aterosclerose é consequência do regime alimentar a que são submetidos os coelhos.
(B) A idade dos coelhos é um dos fatores que contribuem para o aparecimento de aterosclerose.
(C) A aterosclerose é uma doença que, nos coelhos, é determinada por fatores hereditários.
(D) A incidência de aterosclerose nos coelhos é condicionada por fatores ambientais.

9. Os oceanos funcionam como sumidouros do dióxido de carbono (CO_2) atmosférico. A absorção deste gás e o aumento da sua concentração na água do mar conduzem a um aumento da concentração de ácido carbónico (H_2CO_3), a uma diminuição da concentração de ião carbonato ($CO3^{2-}$) e a uma diminuição do pH dos oceanos. Este fenómeno é conhecido por acidificação oceânica.
As referidas alterações modificam a dinâmica dos ecossistemas marinhos e desafiam a adaptação de várias espécies, em especial daquelas que, tal como a ostra japonesa, *Crassostrea gigas*, são dependentes do ciclo do carbono inorgânico do oceano, para, por exemplo, produzirem as suas conchas.
Num dos seus estádios, a larva de *Crassostrea gigas* passa pela fase de velígera. A velígera é planctónica, distinguindo-se pela sua concha larvar formada, sobretudo, por depósitos de carbonato de cálcio ($CaCO_3$), resultante da reação de precipitação entre os iões cálcio (Ca^{2+}) e os iões carbonato (CO_3^{2-}).
Foi desenvolvida uma investigação para avaliar os efeitos do aumento do carbono antropogénico no ecossistema marinho, em particular na sobrevivência e na formação da concha em larvas de ostra japonesa. No âmbito da referida

investigação, foram colocadas larvas em três tanques de cultivo: um a pH 8,1 (valor médio de pH nos oceanos), um a pH 7,7 e outro a pH 7,4 (os dois últimos obtidos através da difusão de CO_2 puro).
Nos Gráficos 1 e 2, encontram-se os resultados, registados nos três tanques, relativos à mortalidade de velígeras e à percentagem de velígeras anormais (com deformações na concha), respetivamente.

9.1. Na investigação apresentada, a taxa de mortalidade de velígeras constitui uma variável _______ e o tanque de cultivo de controlo encontra-se a um pH de _______.

(A) dependente … 8,1
(B) independente … 8,1
(C) dependente … 7,7
(D) independente … 7,7

9.2. De acordo com os resultados apresentados,

(A) a taxa de velígeras anormais diminui com o aumento da concentração de dióxido de carbono na água dos tanques de cultivo.
(B) o maior acréscimo da percentagem de mortalidade observou-se, em todos os tanques, entre as 96h e as 144h após a fecundação.
(C) os valores da percentagem de mortalidade aumentam com a diminuição da alcalinidade da água dos tanques de cultivo.
(D) a menor diminuição da percentagem de velígeras anormais observou-se, em todos os tanques, entre as 96h e as 144h após a fecundação.

9.3. Explique, referindo os resultados relevantes da experiência, o efeito do aumento da concentração de CO_2 e das consequentes alterações na água do mar nas deformações das conchas das velígeras.

10. Os tentilhões de Darwin, utilizados pelo naturalista para a construção da sua teoria da evolução, são um grupo de aves de diversas espécies, pertencentes à mesma ordem, que, entre outros aspetos, apresentam diferenças na morfologia dos bicos. Estas e outras espécies de aves terrestres das ilhas Galápagos estão em rápido declínio, para o que terá contribuído a introdução de uma espécie invasora – a mosca Philornis downsi. As moscas adultas põem os ovos nos ninhos das aves. As larvas destas moscas alimentam-se do sangue e dos tecidos das crias das aves, o que provoca redução do crescimento, deformação do bico e aumento da mortalidade.
Os cientistas observaram que, na construção dos seus ninhos, os tentilhões utilizavam fibras de algodão retiradas de cordas dos estendais da roupa. Perante tal facto, com o intuito de contribuírem para a minimização do problema provocado pela mosca *Philornis downsi*, desenvolveram o seguinte estudo na ilha de Santa Cruz.

Métodos e resultados

1 – Foram colocados 30 dispensadores de algodão, em intervalos de 40 metros, em dois trajetos. Metade dos dispensadores continha algodão tratado com uma solução do inseticida permetrina a 1%, e a outra metade continha algodão tratado com água.
2 – Uma vez por semana, procuraram-se ninhos ativos na proximidade de cada um dos dispensadores.
3 – Terminada a criação, os ninhos foram recolhidos. Quantificaram-se os parasitas, larvas de *P. downsi*, em cada ninho. O algodão e os restantes materiais utilizados na construção dos ninhos foram separados e pesados. Os resultados obtidos estão representados na Figura 1A.

Para monitorizar o sucesso reprodutivo dos tentilhões, foi desenvolvido um outro procedimento.
1 – Utilizaram-se outros 37 ninhos de tentilhões localizados nas proximidades dos trajetos anteriormente estabelecidos.
2 – Foram pulverizados 20 ninhos com solução de permetrina a 1% e 17 ninhos com água.
3 – Os ninhos tratados com inseticida não apresentavam larvas, enquanto os do outro grupo apresentavam em média 17 parasitas. Os resultados relativos à sobrevivência das crias (número de crias capazes de voar) estão representados na Figura 1B.

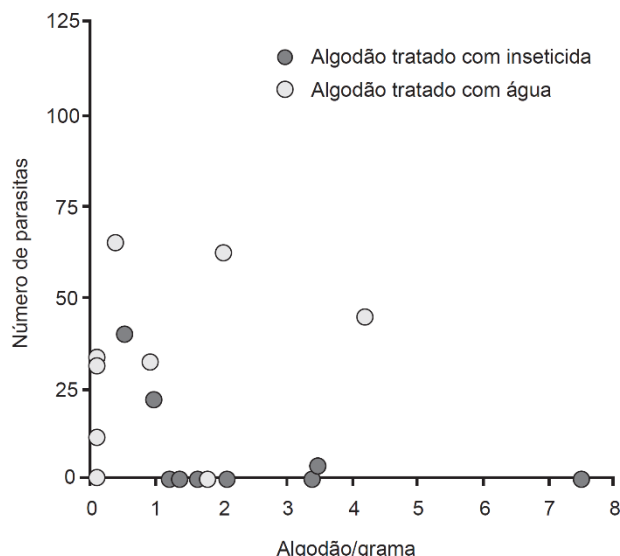



Figura 1A – Número de parasitas e quantidade de algodão por ninho

N.º total de crias monitorizadas
N.º de crias capazes de voar
Número de crias
75
50
25
0
Ninhos tratados com inseticida
Ninhos tratados com água

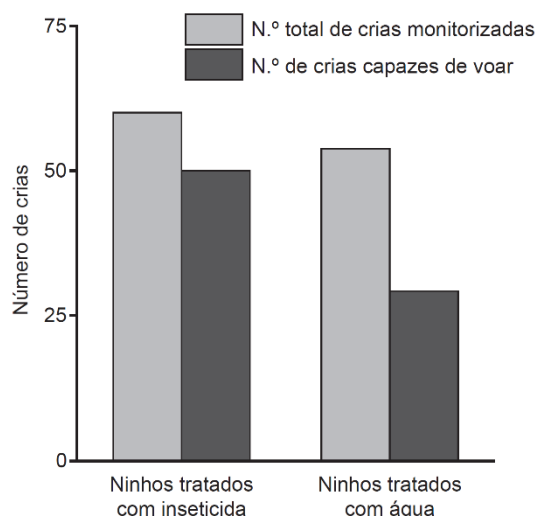



Figura 1B – Número total de crias monitorizadas e número de crias capazes de voar

10.1. Um dos objetivos do estudo desenvolvido foi
(A) investigar a capacidade de as aves construírem ninhos recorrendo a algodão.
(B) inventariar a quantidade de parasitas dos tentilhões existentes nas ilhas Galápagos.
(C) confirmar a eficácia do algodão tratado com água no controlo da larva da mosca.
(D) verificar se a introdução de inseticida nos ninhos pode ser feita pelas próprias aves.

10.2. No estudo descrito, uma das variáveis dependentes foi
(A) o trajeto onde foram colocados os dispensadores de algodão.
(B) o número de larvas de mosca contabilizadas nos ninhos recolhidos.
(C) a quantidade de inseticida no algodão existente nos dispensadores.
(D) a concentração de inseticida utilizada para pulverizar os ninhos.

10.3. No estudo descrito,
(A) os grupos experimentais foram tratados com inseticida em ambos os procedimentos.
(B) os grupos de controlo foram tratados com inseticida em ambos os procedimentos.
(C) o grupo de controlo foi tratado com inseticida apenas no segundo procedimento.
(D) o grupo experimental foi tratado com inseticida apenas no primeiro procedimento.

10.4. Os resultados registados na Figura 1A mostram que
(A) o efeito do inseticida nas larvas depende da quantidade de algodão utilizada no ninho.
(B) o uso de mais de um grama de algodão com água influencia a quantidade de parasitas presentes.
(C) a quantidade de parasitas está diretamente relacionada com a quantidade de algodão.
(D) a utilização de mais de três gramas de algodão com inseticida provoca a morte de 100% das larvas.

10.5. Explique de que modo os resultados registados na Figura 2B podem contribuir para desenvolver uma solução capaz de minimizar o declínio das populações de tentilhões provocada pela *P. downsi*.
Na sua resposta justifique o sucesso de *P. downsi*, relacionado com o facto de esta ser uma espécie invasora.

Unidade 1 - OBTENÇÃO DE MATÉRIA

1. A substituição de um meio de montagem isotónico por outro, hipotónico, provoca _______ do volume vacuolar, podendo a célula ficar ________.

(A) a diminuição ... túrgida
(B) o aumento ... túrgida
(C) o aumento ... plasmolisada
(D) a diminuição ... plasmolisada

2. Quando os rotíferos de água doce são colocados em água destilada, a sua bexiga pulsátil tende a _______ a quantidade de água excretada, porque o meio interno destes organismos é _______ em relação ao meio externo.

(A) diminuir ... hipertónico
(B) aumentar ... hipertónico
(C) diminuir ... hipotónico
(D) aumentar ... hipotónico

3. Nas algas unicelulares de água doce, é de esperar que a pressão osmótica intracelular, relativamente à pressão osmótica extracelular, seja

(A) menor, o que provoca a saída de água por osmose.
(B) menor, o que provoca a entrada de água por osmose.
(C) maior, o que provoca a saída de água por osmose.
(D) maior, o que provoca a entrada de água por osmose.

4. A acumulação de sais nos vacúolos de células vegetais provoca _______ da pressão osmótica nos vacúolos e, consequentemente, a _______.

(A) o aumento ... saída de água da célula
(B) o aumento ... entrada de água na célula
(C) a diminuição ... entrada de água na célula
(D) a diminuição ... saída de água da célula

5. As células vegetais são resistentes à lise, porque possuem uma ______ celular constituída, essencialmente, por um polissacarídeo ______.

(A) parede ... estrutural
(B) membrana ... estrutural
(C) parede ... de reserva
(D) membrana ... de reserva

6. As afirmações seguintes dizem respeito ao transporte através da membrana plasmática.

1. A difusão facilitada e o transporte ativo são transportes mediados.
2. O transporte ativo e a difusão facilitada são transportes com consumo de ATP.
3. A difusão simples é um transporte que conduz à anulação do gradiente de concentrações.

(A) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
(B) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(C) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

7. A membrana plasmática delimita e protege o conteúdo celular, permitindo a comunicação e a troca de substâncias com o meio externo.

Classifique como verdadeira **(V)** ou falsa **(F)** cada uma das seguintes afirmações, relativas ao transporte de substâncias através da membrana plasmática.

(A) Uma molécula lipossolúvel difunde-se através da bicamada fosfolipídica.
(B) A osmose é um processo que requer energia metabólica.
(C) Na difusão simples, o gradiente de concentração de um soluto não afeta a sua velocidade de difusão.
(D) As proteínas transportadoras intervêm no processo de difusão facilitada.
(E) O movimento da água ocorre contra o gradiente de concentração de solutos.
(F) As proteínas periféricas formam canais que permitem a passagem de substâncias.
(G) Na difusão, os solutos movimentam-se a favor do respetivo gradiente de concentração.
(H) No transporte ativo, não se consome energia metabólica.

8. Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com um processo de digestão intracelular.

A. Formação de um vacúolo digestivo.

B. Transporte de macromoléculas por endocitose.

C. Fusão de vesícula exocítica com a membrana celular.

D. Transporte de nutrientes simples para o hialoplasma.

E. Fusão de um lisossoma com uma vesícula endocítica.

9. Em seres unicelulares, as macromoléculas alimentares captadas por fagocitose

(A) atravessam a membrana plasmática pela bicamada fosfolipídica.

(B) passam para o meio intracelular envolvidas pela membrana plasmática.

(C) são transportadas através de proteínas da membrana plasmática.

(D) ligam-se a glicolípidos, passando ao meio intracelular por difusão facilitada.

10. Ao delimitar os conteúdos celulares, a membrana plasmática garante o controlo das trocas de solutos, através de diferentes processos.

Explique de que modo o processo de transporte ativo contribui para a manutenção do equilíbrio interno da célula.

11. Nas plantas, a osmose garante o fornecimento de água necessária ao metabolismo celular. A manutenção da tensão osmótica contribui para o suporte da planta, o que é de extrema importância em plantas que não possuem estruturas lenhosas rígidas, conferindo-lhes a solidez necessária para que cresçam, vencendo a força da gravidade. A passagem de água através das membranas biológicas é facilitada pela existência de proteínas intrínsecas — as aquaporinas.

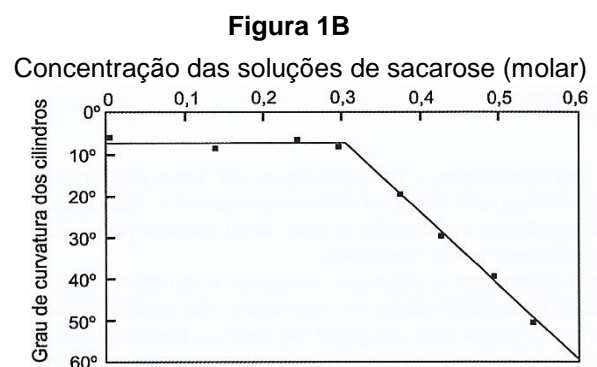
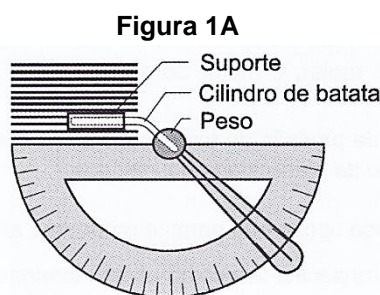
No âmbito do estudo da osmose em células vegetais, realizou-se a experiência que a seguir se descreve:

- cortaram-se vários cilindros de batata com igual comprimento e igual diâmetro;
- distribuíram-se os cilindros de batata por caixas de Petri que continham igual volume de soluções com concentrações diferentes de sacarose;
- ao fim de uma hora, retiraram-se os cilindros das soluções e colocou-se uma das extremidades de cada cilindro num suporte horizontal e um pequeno peso na outra extremidade, medindo-se de seguida o ângulo de curvatura do cilindro, tal como indicado na Figura 1A;
- com os resultados obtidos, elaborou-se o gráfico da Figura 1B.

Com esta experiência verificou-se que, para concentrações de sacarose até 0,3 molar, os cilindros comportam-se de forma elástica, recuperando a forma original quando retirados do aparelho de medição. Para concentrações de sacarose superiores a 0,3 molar, o cilindro não recupera a forma inicial, mantendo a curvatura, o que indica que as células entraram em plasmólise.

Figura 1A

Suporte
Cilindro de batata
Peso

Figura 1B

11.1. Com esta experiência pretendeu-se avaliar o efeito

(A) da duração do tempo de imersão na solução sobre o potencial hídrico nas células.

(B) do ângulo de curvatura dos cilindros sobre o potencial hídrico nas células.

(C) da concentração do meio externo sobre o potencial hídrico nas células.

(D) do diâmetro inicial dos cilindros sobre o potencial hídrico nas células.

11.2. Com base nos resultados experimentais descritos, pode afirmar-se que

(A) a pressão osmótica da solução de 0,5 molar é superior à pressão osmótica do meio intracelular.

(B) a pressão de turgescência verificada nas células de batata aumenta para concentrações superiores a 0,3 molar.

(C) a perda de água pelas células de batata, quando colocadas na solução de 0,1 molar, é maior do que quando colocadas na solução de 0,4 molar.

(D) a redução da pressão de turgescência nas células dos cilindros conduz ao aumento da elasticidade dos tecidos.

11.3. As proteínas intrínsecas, tais como as aquaporinas,
(A) atravessam a dupla camada fosfolipídica das membranas biológicas.
(B) interferem diretamente no transporte de substâncias por difusão simples.
(C) ocupam posições fixas ao longo das estruturas membranares.
(D) colaboram em processos de transporte não mediado através das membranas.

12. As afirmações seguintes dizem respeito ao sistema digestivo da minhoca.
1. Na minhoca, a digestão é predominantemente intracelular.
2. No tubo digestivo da minhoca, os alimentos deslocam-se num único sentido.
3. Na minhoca, a absorção intestinal é favorecida pela existência de uma prega dorsal.
(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

13. Nos peixes, o processo digestivo
(A) ocorre no interior de organitos especializados.
(B) origina macromoléculas que são absorvidas ao longo do tubo digestivo.
(C) gera resíduos que são eliminados através da única abertura do tubo digestivo.
(D) dá-se ao longo de uma cavidade corporal.

14. Nos peixes, o fluido circulatório garante o transporte de nutrientes obtidos através da digestão
(A) intracelular realizada em vesículas endocíticas.
(B) intracelular realizada em vacúolos digestivos.
(C) extracelular realizada num tubo digestivo completo.
(D) extracelular realizada numa cavidade gastrovascular.

15. Quando as células de *Chlamydomonas* são colocadas em meio de cultura, com uma atmosfera enriquecida em CO_2 marcado com ^{14}C, é de esperar que o pirenoide (estrutura responsável pela síntese de amido) das células apresente radioatividade, uma vez que o amido é o ______ de reserva sintetizado a partir de substâncias produzidas durante ______.
(A) monossacarídeo [...] o ciclo de Calvin
(B) monossacarídeo [...] a fotofosforilação
(C) polissacarídeo [...] o ciclo de Calvin
(D) polissacarídeo [...] a fotofosforilação

16. Durante a fotossíntese, na fase diretamente dependente da luz, ocorre
(A) oxidação de $NADP^+$.
(B) fosforilação de ADP.
(C) descarboxilação de compostos orgânicos.
(D) redução de CO_2.

17. Durante a fase fotoquímica, a incidência da luz nos tecidos clorofilinos da planta hospedeira provoca
(A) oxidação da água e imediata libertação de oxigénio.
(B) absorção da energia de comprimento de onda correspondente ao verde.
(C) redução da água e fixação de dióxido de carbono.
(D) fixação de dióxido de carbono com produção de compostos orgânicos.

18. Na fotossíntese, durante a fase diretamente dependente da luz, ocorre
(A) descarboxilação de compostos orgânicos.
(B) redução de moléculas de CO_2.
(C) libertação de O_2 com origem no CO_2.
(D) formação de moléculas de NADPH.

19. Na fotossíntese, durante a fase não dependente diretamente da luz, ocorre
(A) produção de moléculas de ATP
(B) libertação de oxigénio com origem nas moléculas de H_2O
(C) incorporação de carbono com origem nas moléculas de CO_2.
(D) redução de moléculas de NADPH.

20. Quer na fotossíntese quer na quimiossíntese, verifica-se que
(A) o oxigénio é um subproduto do processo.
(B) há produção de matéria inorgânica.
(C) o fluxo de eletrões é gerado no cloroplasto.
(D) há fixação de carbono inorgânico.

21. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica de acontecimentos relacionados com a fotossíntese.
A. Redução de dióxido de carbono.
B. Cisão de moléculas de água.
C. Excitação de moléculas de clorofila.
D. Formação de hidratos de carbono.
E. Libertação de oxigénio.

22. Explique a importância das bactérias sulfurosas autotróficas na manutenção de ecossistemas marinhos profundos.

23. Uma das mais surpreendentes descobertas efetuadas no domínio da biologia das grandes profundidades foi a dos ecossistemas ligados às fontes hidrotermais profundas, quer pela exuberância, quer pelas características dos organismos.
Nos povoamentos hidrotermais profundos, a produção primária é assegurada por bactérias que obtêm a energia necessária para a fixação do CO_2 a partir da oxidação de sulfuretos, tais como o H_2S ou o HS^-, provenientes, na sua maioria, dos gases vulcânicos que emanam das fontes hidrotermais. As bactérias que vivem nas fontes hidrotermais são hipertermófilas, possuindo uma temperatura ótima de crescimento muito elevada. Para sobreviverem a tais temperaturas, estas bactérias apresentam um grande número de adaptações, pois, à medida que as membranas celulares são sujeitas a temperaturas altas, a estabilidade e a fluidez essencial ao bom funcionamento ficam comprometidas. Assim, estas bactérias apresentam alterações na estrutura dos fosfolípidos constituintes das suas membranas, que resultam no aumento do tamanho das caudas dos ácidos gordos e na sua saturação (remoção das ligações múltiplas). Desta forma, os fosfolípidos ficam mais compactados, mantendo a estabilidade das membranas a temperaturas e a pressões mais elevadas. O organismo mais característico do ecossistema hidrotermal é um animal vermiforme tubícola, de grandes dimensões, *Riftia pachyptila*, que forma densos agregados e que não possui nem boca nem tubo digestivo, intervindo na sua nutrição bactérias simbiontes. Este animal transfere sulfuretos para um órgão especializado no seu corpo, onde se alojam as bactérias simbiontes.

Baseado em L. Saldanha, «Fauna das Profundezas Marinhas», *Colóquio/Ciências*, 1991

23.1. De acordo com o texto, tendo em conta a forma como produzem matéria orgânica, as bactérias das fontes hidrotermais são seres
(A) quimiotróficos, pois utilizam a energia térmica das fontes hidrotermais.
(B) quimiotróficos, pois utilizam energia resultante da oxidação de substratos minerais.
(C) fototróficos, pois utilizam energia luminosa.
(D) fototróficos, pois utilizam a energia resultante da atividade vulcânica.

23.2. No processo de produção de matéria orgânica descrito no texto, a fonte de eletrões é o
(A) hidrogénio.
(B) sulfureto de hidrogénio.
(C) oxigénio.
(D) dióxido de carbono.

23.3. De acordo com o texto, uma das adaptações das bactérias hipertermófilas à temperatura está relacionada com alterações moleculares da membrana celular ao nível da
(A) região polar das proteínas intrínsecas.
(B) região não polar das proteínas intrínsecas.
(C) extremidade hidrofílica dos fosfolípidos.
(D) extremidade hidrofóbica dos fosfolípidos.

23.4. Ordene as letras de **A** a **F**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com a obtenção de matéria orgânica pelas bactérias que habitam nas fontes hidrotermais profundas. Inicie a sequência pela letra **A**.
A. Captação de sulfuretos.
B. Oxidação de sulfuretos.
C. Redução do dióxido de carbono.
D. Fixação do dióxido de carbono.
E. Síntese de ATP.
F. Síntese de matéria orgânica.

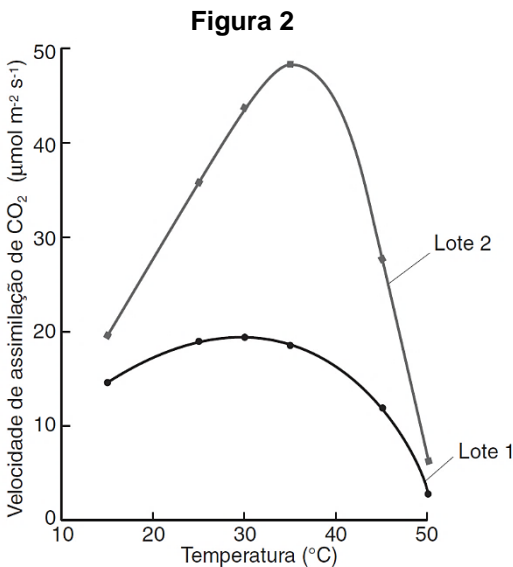
23.5. *Riftia pachyptila* tem, na sua extremidade, uma pluma vermelha que absorve água sulfurosa utilizada pelas bactérias que vivem no seu interior. As bactérias penetram no verme quando este ainda está no estádio juvenil, pois, mais tarde, a boca desaparece.
Explique, tendo em conta a morfologia de *Riftia pachyptila*, no estado adulto, os benefícios que as bactérias simbiontes e o referido animal retiram desta associação.

24. O crescimento das plantas depende da atividade fotossintética. Esta é fortemente influenciada por vários fatores ambientais. Num determinado habitat, a luz e a temperatura variam significativamente ao longo de um dia, por conseguinte, a fotossíntese ocorre a uma taxa abaixo do seu valor máximo durante parte do tempo.
Para reconhecer até que ponto os fatores ambientais influenciam a taxa de fotossíntese, foi realizada uma experiência com plantas de sardinheira, em diferentes condições experimentais. Nos doze ensaios realizados, foram utilizados lotes de plantas com o mesmo grau de desenvolvimento, submetidas a concentrações de dióxido de carbono e a temperaturas que variaram de acordo com a Tabela I. Nestes ambientes, as condições de humidade e de intensidade luminosa foram semelhantes e não limitantes.

Tabela I

	Temperatura (°C)					
Lote 1 **Concentração atmosférica de CO_2**	15	25	30	35	45	50
Lote 2 **Concentração saturante de CO_2**	15	25	30	35	45	50

As taxas de fotossíntese obtidas em cada ensaio permitiram traçar os gráficos da Figura 2.

Figura 2

24.1. A análise dos resultados obtidos permite concluir que as plantas do _______ submetidas a concentrações normais de CO_2, apresentam a maior taxa de crescimento à temperatura de _______.

(A) lote 1 ... 40 °C
(B) lote 2 ... 30 °C
(C) lote 2 ... 40 °C
(D) lote 1 ... 30 °C

24.2. De acordo com os resultados da experiência, pode concluir-se que o crescimento das plantas do lote 1 foi menor, porque

(A) a quantidade de CO_2 disponível era inferior à capacidade de assimilação das plantas.
(B) as temperaturas utilizadas não foram as mais adequadas à realização da fotossíntese.
(C) a intensidade luminosa não variou durante a realização da experiência.
(D) a água fornecida ao longo da experiência foi insuficiente.

24.3. As taxas de fotossíntese registadas nos ensaios do lote 2 apresentam variações que dependem

(A) exclusivamente da temperatura.
(B) da intensidade da luz e da temperatura.
(C) exclusivamente do dióxido de carbono.
(D) da humidade e do dióxido de carbono.

24.4. Submetidas a temperaturas com valores semelhantes, as plantas dos lotes 1 e 2 apresentaram taxas de fotossíntese diferentes.
Justifique os resultados obtidos, tendo em conta as condições em que a experiência foi realizada.

25. As plantas carnívoras têm todas as características de qualquer outro ser vivo do reino das plantas. Contudo, para assegurarem a sua vitalidade e a sua sobrevivência, estas plantas necessitam de completar a sua nutrição com os aminoácidos resultantes da digestão de pequenos animais. Este processo ocorre nas folhas, em zonas glandulares caracterizadas por intensa atividade de enzimas que digerem as presas. Vários estudos têm demonstrado que a nutrição heterotrófica aumenta o crescimento e o desenvolvimento destas plantas e que, em algumas espécies, parece ser essencial à floração, possibilitando a perpetuação da espécie.
Ao longo dos tempos, a seleção natural foi favorecendo a sobrevivência de plantas oriundas de famílias diferentes, mas que conseguiam capturar e digerir pequenos animais.
De entre as diversas plantas carnívoras existentes em Portugal, destacam-se as orvalhinhas. As suas folhas modificadas encontram-se cobertas por tricomas glandulares, estruturas que produzem mucilagem, uma substância que retém as presas e que é segregada sob a forma de gotículas. Após o contacto com a presa, geralmente pequenos insetos, as folhas, cobertas por glândulas, começam a curvar-se, de modo a envolver a «refeição». Segue-se a ação das enzimas digestivas, que são libertadas pelas glândulas, e a absorção dos produtos assimiláveis. Findo todo este processo, as glândulas e a folha retomam a forma inicial, sendo bastante comum encontrar restos mortais dos últimos insetos que foram capturados e digeridos pela planta.

25.1. Nas orvalhinhas, o carnivorismo é essencial para a formação de
(A) ácidos gordos.
(B) proteínas.
(C) hidratos de carbono.
(D) fosfolípidos.

25.2. Quando digerem pequenos animais, as orvalhinhas fazem digestão
(A) intracorporal e intracelular.
(B) intracorporal e extracelular.
(C) extracorporal e extracelular.
(D) extracorporal e intracelular.

26. A integridade dos ecossistemas aquáticos pode ser comprometida pela concentração de nutrientes inorgânicos neles existente. Esta concentração pode ser afetada pelas descargas agrícolas ou industriais, pela drenagem natural proveniente dos processos de lixiviação dos solos ou de rochas, bem como por alterações climáticas.
Para avaliar o crescimento de três espécies aquáticas de microalgas de água doce, duas unicelulares – *Chlorella vulgaris* e *Pseudokirchneriella subcapitata* – e uma colonial – *Coelastrum astroideum* –, suplementaram-se meios de cultura com diferentes concentrações nutritivas de fosfato e de nitrato e realizou-se a experiência seguinte.
Métodos e resultados
1 – Preparou-se um meio de cultura (meio I) com todos os nutrientes essenciais e em que as concentrações de nitrato eram de 85,0 $mg.L^{-1}$ e as de fosfato eram de 8,7 $mg.L^{-1}$.
2 – Para avaliar o efeito da concentração de nitrato, prepararam-se outros meios de cultura, com a mesma composição do meio I, mas em que se fez variar a concentração de nitrato.
3 – Para avaliar o efeito da concentração de fosfato, prepararam-se outros meios de cultura, com a mesma composição do meio I, mas em que se fez variar a concentração de fosfato.
4 – As algas foram colocadas a crescer, separadamente, durante 4 dias, em cada um dos dispositivos com os diferentes meios e sob as mesmas condições de luminosidade.
5 – Para cada tratamento (cada um com uma determinada concentração de nitrato ou de fosfato), prepararam-se três réplicas.
6 – Todos os dispositivos foram observados e agitados diariamente.
7 – Ao fim de 4 dias, mediu-se a densidade ótica de cada suspensão celular, a qual está diretamente relacionada com a concentração de algas no meio de cultura.
Os gráficos das Figuras 3A e 3B traduzem os resultados obtidos para cada tratamento.

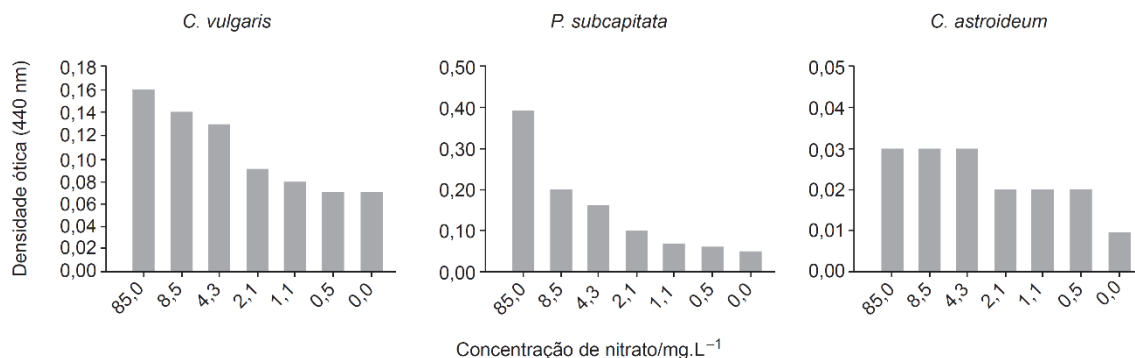



Figura 2A – Crescimento das algas em diferentes concentrações de nitrato

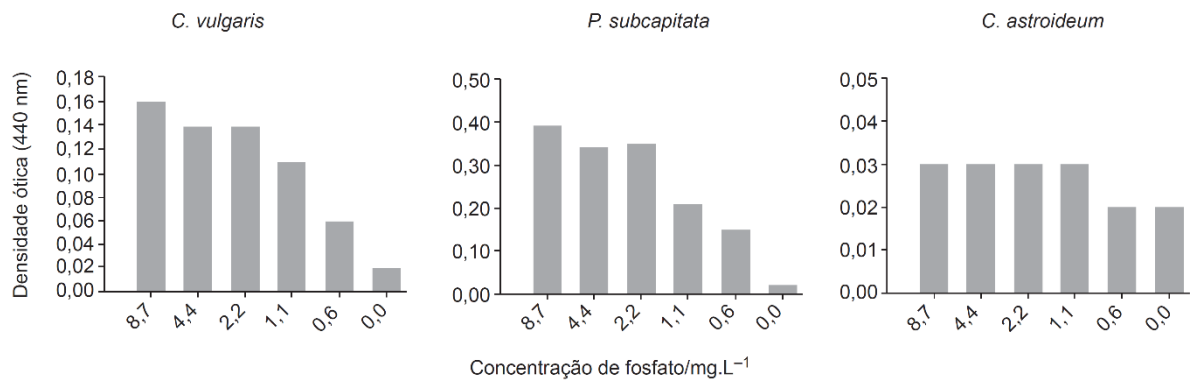



Figura 3B – Crescimento das algas em diferentes concentrações de fosfato

26.1. Uma das variáveis dependentes em estudo é a
(A) composição em nutrientes de cada meio.
(B) luminosidade a que foram sujeitas as algas.
(C) duração da atividade experimental.
(D) concentração de células no meio.

26.2. Refira o valor da concentração de nitrato e o valor da concentração de fosfato no meio nutritivo utilizado nos grupos de controlo da experiência.

26.3. Uma das condições que contribuíram para a fiabilidade dos resultados foi
(A) terem-se verificado grandes diferenças no crescimento das algas.
(B) as medições terem sido efetuadas ao fim de quatro dias.
(C) terem sido realizadas repetições da atividade experimental.
(D) as microalgas terem um rápido crescimento por reprodução assexuada.

26.4. Os resultados obtidos mostram que
(A) a multiplicação celular de *C. astroideum* é afetada quando a concentração de nitrato é nula.
(B) a espécie *P. subcapitata* é a microalga menos sensível às variações de nutrientes.
(C) a redução da concentração de nitrato é mais limitante para *C. astroideum* do que para *P. subcapitata*.
(D) a variação dos nutrientes em estudo afeta em igual proporção as diferentes microalgas.

26.5. As afirmações que se seguem dizem respeito ao metabolismo das microalgas.
I. A fonte de eletrões para a produção de matéria orgânica é o dióxido de carbono.
II. Os fosfatos são necessários à síntese de nucleótidos.
III. Na fase da fotossíntese diretamente dependente da luz, ocorre fosforilação de ADP.
(A) I é verdadeira; II e III são falsas.
(B) III é verdadeira; I e II são falsas.
(C) I e II são verdadeiras; III é falsa.
(D) II e III são verdadeiras; I é falsa.

26.6. As microalgas utilizadas no estudo possuem, relativamente ao meio externo, uma pressão osmótica
(A) maior, o que provoca saída de água por osmose.
(B) menor, o que provoca entrada de água por osmose.
(C) maior, o que provoca entrada de água por osmose.
(D) menor, o que provoca saída de água por osmose.

26.7. Num lago onde se encontram as três espécies de algas referidas no estudo, registou-se um decréscimo acentuado da concentração de fosfato.
Explique de que modo uma das espécies em estudo pode contribuir, com maior eficácia, para a manutenção do ecossistema.
Na sua resposta, tenha em consideração os resultados do estudo e identifique a espécie em causa.

Unidade 2 - DISTRIBUIÇÃO DE MATÉRIA

1. Numa planta, o movimento ascendente da seiva elaborada ocorre quando
(A) as reservas são armazenadas ao nível da raiz.
(B) há frutos localizados acima dos órgãos fotossintéticos.
(C) se verifica uma taxa de transpiração muito elevada.
(D) a absorção radicular supera a transpiração foliar.

2. Mesmo em condições de stresse hídrico, as plantas mantêm, da raiz até às folhas, um fluxo contínuo de água, porque
(A) ocorre a difusão de vapor de água através dos ostíolos.
(B) diminui a pressão osmótica no córtex da raiz.
(C) aumenta a coesão entre as moléculas de água.
(D) fecham os estomas da epiderme das folhas.

3. A abertura dos estomas das plantas deve-se
(A) à modificação da estrutura da membrana celular das células-guarda.
(B) ao decréscimo da pressão osmótica nas células-guarda.
(C) ao aumento da pressão de turgescência nas células-guarda.
(D) à alteração da espessura da parede das células-guarda.

4. *Cuscuta pentagona* é uma planta trepadeira e parasita, cor de laranja, que produz pequenas flores brancas. Esta planta é invulgar pelo facto de não ter folhas nem clorofila. Para viver, *Cuscuta* fixa-se numa planta hospedeira e suga os seus nutrientes, inserindo-lhe um apêndice no sistema vascular. *Cuscuta pentagona* é um ser heterotrófico, pois
(A) não realiza fotossíntese por ser desprovida de clorofila.
(B) necessita de obter compostos orgânicos através do xilema do hospedeiro.
(C) necessita de uma fonte externa de carbono orgânico.
(D) é incapaz de captar energia luminosa por não ter folhas.

5. Faça corresponder a cada um dos processos que ocorrem em plantas vasculares, expressos na coluna **A**, o acontecimento que lhe é característico, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Degradação completa de substâncias orgânicas em inorgânicas, devido à fosforilação oxidativa. **(b)** Manutenção de uma coluna contínua de água, devido a forças de coesão e de adesão. **(c)** Conversão de substâncias inorgânicas em orgânicas, devido à captação de energia radiante. **(d)** Perda de vapor de água, devido ao aumento da pressão de turgescência das células estomáticas. **(e)** Movimento de substâncias orgânicas, em função das necessidades dos órgãos.	**(1)** Transpiração foliar **(2)** Circulação floémica **(3)** Circulação xilémica **(4)** Absorção radicular **(5)** Fotossíntese **(6)** Respiração aeróbia **(7)** Gutação **(8)** Acumulação de substâncias de reserva

6. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos referentes ao transporte da água e dos sais ao longo dos vasos xilémicos, segundo a teoria da tensão-coesão-adesão.
A. Criação de um défice de água no xilema da raiz.
B. Aumento da pressão osmótica ao nível dos vasos xilémicos foliares.
C. Saída de vapor de água pelos ostíolos das células guarda.
D. Absorção de moléculas de água do solo pelas células da raiz.
E. Ascensão de uma coluna contínua de moléculas de água desde a raiz até à folha.

7. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **F**, de modo a sequenciar os acontecimentos referentes ao transporte da seiva floémica. Inicie a ordenação pela afirmação **A**.
A. Formação de sacarose nos órgãos fotossintéticos.
B. Aumento significativo do volume do conteúdo celular dos tubos crivosos.
C. Entrada de água por osmose nos elementos condutores do floema.
D. Transporte ativo de sacarose para células do floema.
E. Passagem da sacarose para as células de órgãos de reserva.
F. Aumento da pressão osmótica nas células dos tubos crivosos.

8. Explique, de acordo com a hipótese do fluxo de massa, o mecanismo de translocação da seiva floémica numa planta.

9. Os peixes apresentam circulação
(A) simples e o seu coração recebe sangue arterial vindo das brânquias.
(B) incompleta e o seu coração impulsiona sangue arterial para todo o organismo.
(C) simples e o seu coração recebe sangue venoso vindo de todo o organismo.
(D) incompleta e o seu coração impulsiona sangue venoso para as brânquias.

10. Em *Crassostrea gigas*, assim como noutros bivalves, e nos insetos, como o gafanhoto,
(A) a hemolinfa abandona os vasos e flui para as lacunas.
(B) o fluido circulante é distinto do fluido intersticial.
(C) o sangue não abandona os vasos sanguíneos.
(D) a circulação ocorre em vasos sanguíneos e linfáticos.

11. Nos vertebrados, o sistema circulatório é ______ e a existência de ______ permite a circulação do sangue num só sentido.
(A) aberto ... válvulas
(B) fechado ... válvulas
(C) fechado ... vasos
(D) aberto ... vasos

12. Em comparação com os répteis, a circulação ______ nas aves permite que haja uma _____ eficiência no fornecimento de oxigénio aos tecidos.
(A) dupla ... menor
(B) dupla ... maior
(C) completa ... maior
(D) completa ... menor

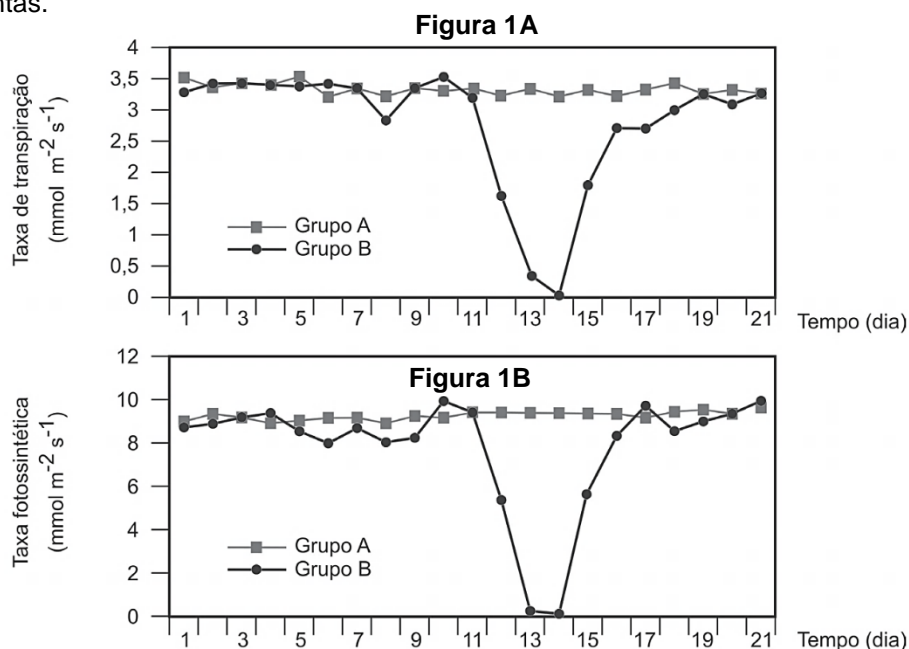
13. Em condições fisiológicas normais, a linfa intersticial
(A) estabelece uma ligação permanente entre os fluidos circulantes.
(B) é um fluido extracelular que não retorna ao sistema sanguíneo.
(C) provém dos vasos linfáticos contactando diretamente com as células.
(D) impede a troca de substâncias entre o sangue e as células.

14. Faça corresponder a cada uma das funções relacionadas com o sistema de transporte em animais, expressas na coluna **A**, o respetivo conceito, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Transporta sangue para o coração. **(b)** Permite a ligação funcional entre os capilares sanguíneos e as células. **(c)** Impede a mistura de sangue arterial com sangue venoso, ao nível do ventrículo. **(d)** Recebe sangue quando ocorre a sístole ventricular. **(e)** Impede o retrocesso do sangue aos ventrículos.	**(1)** Válvula cardíaca **(2)** Linfa intersticial **(3)** Artéria **(4)** Sistema circulatório aberto **(5)** Circulação dupla e incompleta **(6)** Veia **(7)** Sistema circulatório fechado **(8)** Circulação dupla e completa

15. A água é o maior fator limitante no desenvolvimento das plantas. O stresse produzido pelo défice hídrico estimula a produção de ácido abcísico (ABA), que faz os iões potássio saírem das células guarda, influenciando a taxa de transpiração. Contudo, como a abertura estomática é uma característica que é adaptável às condições ambientais, cada espécie tem um comportamento diferente quando sujeita a défice hídrico.
Para avaliar os efeitos do défice hídrico nas trocas de CO_2 e de H_2O, utilizaram-se, cinco meses após a sua germinação, plantas de *Tabebuia aurea*.
Dois grupos de seis plantas foram colocados em estufa com as seguintes condições: temperatura média de 20 ºC, humidade relativa (atmosférica) de 60 ± 10% e uma intensidade de luz de 65% da intensidade média da luz diurna.
Após a aclimatação, os dois grupos de plantas foram sujeitos, durante 21 dias, às seguintes condições hídricas:
• Grupo A – manteve-se a irrigação diária.
• Grupo B – suspendeu-se a irrigação durante os primeiros 14 dias;
– a partir do 14.º dia reiniciou-se a irrigação diária.

Foram medidas as trocas gasosas em todas as plantas, utilizando-se sempre as mesmas folhas, durante 21 dias. Todas as outras condições permaneceram idênticas nos dois grupos de plantas, tendo sido feitas medições diárias em todas as plantas de cada grupo.

Os gráficos seguintes mostram a variação da taxa de transpiração e da taxa fotossintética ao longo dos 21 dias, nos dois grupos de plantas.

15.1. A variável independente em estudo na experiência descrita é

(A) a taxa de transpiração.

(B) a humidade relativa.

(C) a taxa fotossintética.

(D) a humidade no solo.

15.2. No 8.º dia de medição da taxa de transpiração, no grupo sujeito a stresse hídrico assinalou-se

(A) uma diminuição da pressão osmótica nas células-guarda.

(B) um aumento da entrada de iões K^+ nas células-guarda.

(C) uma diminuição da saída de água das células-guarda.

(D) um aumento de turgescência das células-guarda.

15.3. Nas plantas não sujeitas a stresse hídrico, a transpiração foliar é relativamente constante, porque a pressão osmótica, nas células guarda, se mantém

(A) elevada, com dispêndio de energia metabólica.

(B) baixa, sem dispêndio de energia metabólica.

(C) elevada, sem dispêndio de energia metabólica.

(D) baixa, com dispêndio de energia metabólica.

15.4. No grupo submetido a stresse hídrico, após o 14.º dia, deverá aumentar a quantidade de açúcares transportados nos

(A) vasos lenhosos, devido à diminuição da assimilação de CO_2.

(B) elementos dos tubos crivosos, devido ao aumento da assimilação de CO_2.

(C) elementos dos tubos crivosos, devido à diminuição da assimilação de CO_2.

(D) vasos lenhosos, devido ao aumento da assimilação de CO_2.

15.5. Explique em que medida os resultados da experiência descrita permitem concluir que *Tabebuia aurea* apresenta mecanismos de tolerância ao stresse hídrico.

16. O paludismo é uma doença provocada por protozoários introduzidos no sangue humano através da picada da fêmea do mosquito *Anopheles gambiae*. A fêmea, ao alimentar-se de sangue, adquire um suplemento nutricional abundante com dez aminoácidos essenciais, o que lhe proporciona uma maior taxa reprodutiva.

Os mosquitos controlam o sistema de coagulação durante as suas refeições por possuírem substâncias anticoagulantes na saliva. Uma dessas substâncias – a anofelina – é uma molécula peptídica inibidora da enzima trombina. Esta enzima converte o fibrinogénio, proteína solúvel do plasma, em fibrina, proteína insolúvel, formando coágulos que impedem a circulação do sangue.

O mosquito deteta odores através das terminações axonais dos neurónios olfativos das antenas, que, na sua superfície, possuem recetores aos quais se ligam as moléculas odorantes.
Manipular com precisão o comportamento dos mosquitos através das suas faculdades olfativas é uma estratégia que pode contribuir para salvar muitas vidas.

16.1. O suplemento nutricional obtido na dieta das fêmeas do mosquito *Anopheles gambiae* permite a síntese de
(A) glícidos em vias anabólicas.
(B) prótidos em vias anabólicas.
(C) glícidos em vias catabólicas.
(D) prótidos em vias catabólicas.

16.2. Explique de que forma a anofelina pode ser a base para o desenvolvimento de um novo fármaco destinado à prevenção e ao tratamento de doenças cardiovasculares.

Unidade 3
TRANSFORMAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ENERGIA PELOS SERES VIVOS

1. A energia necessária ao metabolismo celular de *Hypsiprymnodon moschatus* (rato-canguru australiano) é proveniente de um conjunto de reações globalmente _______, que têm como substrato inicial substâncias ______.
(A) catabólicas ... orgânicas
(B) catabólicas ... inorgânicas
(C) anabólicas ... orgânicas
(D) anabólicas ... inorgânicas

2. A biossíntese dos lípidos ocorre em vias _______, com _______ de ATP.
(A) catabólicas … produção
(B) anabólicas … produção
(C) catabólicas … consumo
(D) anabólicas … consumo

3. Na fase final do processo de obtenção de energia, que decorre na membrana interna da mitocôndria, é produzido ATP, por via,
(A) anabólica, ocorrendo redução de dióxido de carbono.
(B) catabólica, ocorrendo redução de oxigénio.
(C) anabólica, ocorrendo oxidação de compostos orgânicos.
(D) catabólica, ocorrendo oxidação da água.

4. Ao utilizarem a seiva das folhas como fonte de energia, as formigas coletoras produzem ATP através da
(A) oxidação de compostos orgânicos por via catabólica.
(B) redução de compostos orgânicos por via catabólica.
(C) oxidação de compostos orgânicos por via anabólica.
(D) redução de compostos orgânicos por via anabólica.

5. No ser humano, em situação de exercício físico intenso num curto período de tempo, as células musculares realizam _____, porque a quantidade de oxigénio disponível é _____ para a produção de energia requerida nesta atividade.
(A) fermentação láctica ... insuficiente
(B) respiração aeróbia ... insuficiente
(C) fermentação láctica ... suficiente
(D) respiração aeróbia ... suficiente

6. As afirmações seguintes dizem respeito ao processo de distribuição e utilização da glicose nos animais.
1. A glicose absorvida em excesso pode ser transformada num polissacarídeo de reserva.
2. Nos insetos, a distribuição da glicose é mais eficaz do que nos mamíferos.
3. Em condições anaeróbias, a oxidação incompleta da glicose não fornece energia metabólica às células.
(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(C) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

7. Em *S. cerevisiae* (uma levedura), a produção de moléculas de ATP em vias metabólicas de elevado rendimento energético requer a oxidação de moléculas de
(A) glucose, com produção de etanol.
(B) lactato na mitocôndria.
(C) piruvato no citoplasma.
(D) NADH, com produção de H_2O.

8. Ordene as expressões identificadas pelas letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência de processos que permitem às microalgas produzir energia a partir de glúcidos.
A. Formação de moléculas de ácido pirúvico.
B. Produção de CO_2 na matriz mitocondrial.
C. Hidrólise de dissacarídeos.
D. Fosforilação oxidativa na cadeia respiratória.
E. Ativação da glucose.

9. Nos insetos, o fluido circulante não apresenta pigmentos respiratórios. Pode daí deduzir-se que o transporte de gases respiratórios até às células e destas para o exterior é efetuado por difusão ______, o que implica que as células _______, necessariamente, próximas do meio externo.
(A) indireta ... estejam
(B) indireta ... não estejam
(C) direta ... estejam
(D) direta ... não estejam

10. Tanto no homem como no mosquito
(A) a mobilização da energia dos nutrientes ocorre essencialmente por respiração aeróbia.
(B) as trocas gasosas efetuam-se por difusão direta.
(C) a digestão iniciada nas cavidades digestivas termina no interior das células que as revestem.
(D) o fluido circulante é transportado em vasos sanguíneos e em lacunas.

11. Os mosquitos apresentam sistema circulatório _______, e o fluido circulante _______ os gases respiratórios.
(A) aberto ... transporta
(B) fechado ... não transporta
(C) aberto ... não transporta
(D) fechado ... transporta

12. As afirmações seguintes dizem respeito às características das superfícies respiratórias de alguns animais.
1. Na rã, a troca de gases com o ambiente realiza-se por difusão direta.
2. Na raposa, as superfícies respiratórias são húmidas e bem vascularizadas.
3. Na minhoca, o sistema circulatório intervém na troca de gases com o ambiente.
(A) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(B) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(C) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

13. Nas aves, os pulmões possibilitam a
(A) difusão indireta de gases numa superfície respiratória vascularizada.
(B) oxigenação do sangue através de uma superfície respiratória desidratada.
(C) difusão direta de gases por hematose pulmonar.
(D) troca de gases através de uma grande espessura da parede pulmonar.

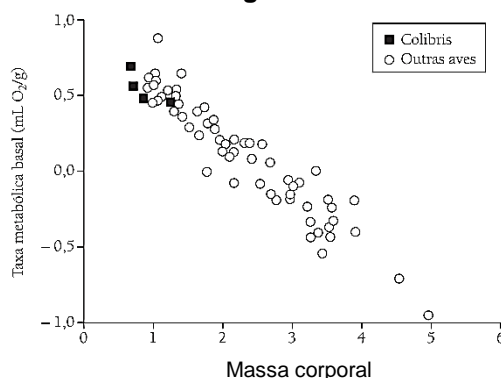
14. Na minhoca, as trocas gasosas com o exterior ocorrem através
(A) de traqueias, verificando-se uma difusão indireta de gases.
(B) do tegumento, verificando-se uma difusão indireta de gases.
(C) do tegumento, verificando-se uma difusão direta de gases.
(D) de traqueias, verificando-se uma difusão direta de gases.

15. As células das leveduras podem multiplicar-se em condições aeróbias e em condições anaeróbias.
Verificou-se experimentalmente que a taxa de multiplicação de leveduras, inicialmente colocadas num meio aeróbio, diminuiu significativamente quando se retirou o oxigénio do meio. Todos os restantes fatores permaneceram inalterados, ao longo do tempo em que decorreu a experiência.
Interprete os resultados desta experiência, com base no balanço energético dos diferentes processos de mobilização de energia dos nutrientes.
Na resposta, devem ser utilizados os seguintes conceitos: respiração aeróbia, fermentação e ATP.

16. No Homem, o aumento da taxa de respiração aeróbia desencadeia mecanismos homeostáticos, que conduzem a um aumento das frequências cardíaca e respiratória.
Explique de que modo o aumento das frequências cardíaca e respiratória permite manter uma elevada taxa de respiração aeróbia.
Na resposta, devem ser utilizados os seguintes conceitos: respiração aeróbia, hematose, circulação sanguínea.

17. A planta carnívora *Drosophyllum lusitanicum* usa uma estratégia única para capturar as suas presas, pois as gotículas de mucilagem dos tricomas glandulares não retêm imediatamente o inseto. Estas gotículas vão-se acumulando na superfície corporal do inseto à medida que este percorre as folhas.
Explique de que forma a estratégia usada por *Drosophyllum lusitanicum* permite a redução do metabolismo das suas presas, facilitando a captura destas.

18. O colibri de pescoço vermelho é uma pequena ave migratória que percorre cerca de 1000 km sobre o oceano, partindo da zona sudeste dos Estados Unidos com destino ao México e à América Central. Esta ave manifesta, assim, capacidades energéticas extraordinárias. O colibri alimenta-se de néctar, rico em açúcares, e de pequenos insetos, armazenando lípidos em grande quantidade e quase duplicando o seu peso.

Figura 1

18.1. O colibri transforma o alimento em reserva energética, essencialmente, na forma de ______, dando origem a _______, quando forem, posteriormente, utilizados.
(A) triglicerídeos ... monossacarídeos
(B) triglicerídeos ... ácidos gordos
(C) glicogénio ... monossacarídeos
(D) glicogénio ... ácidos gordos

18.2. No colibri, as mitocôndrias das células musculares, além de serem numerosas, têm uma membrana interna com uma grande superfície, o que possibilita uma grande atividade da _____, o que acarreta _____ consumo de oxigénio.
(A) cadeia respiratória ... maior
(B) glicólise ... menor
(C) cadeia respiratória ... menor
(D) glicólise ... maior

18.3. A elevada capacidade energética do colibri, que lhe permite fazer o percurso migratório, é apoiada pelos dados do gráfico da Figura 1, uma vez que
(A) a taxa metabólica varia na razão direta da massa corporal.
(B) a uma pequena massa corporal corresponde uma baixa taxa metabólica.
(C) a taxa metabólica varia na razão inversa da massa corporal.
(D) a uma grande massa corporal corresponde uma elevada taxa metabólica.

18.4. O colibri apresenta um número elevado de glóbulos vermelhos no sangue e as suas células musculares têm uma quantidade de mitocôndrias superior à da maioria das aves.
Justifique a capacidade migratória do colibri, tendo em conta as adaptações estruturais referidas.

19. Os mangais são comunidades que podem incluir cerca de uma centena de plantas angiospérmicas, adaptadas a viverem em água salobra ou salgada e que têm como característica comum o facto de partilharem a tolerância a concentrações elevadas de sal. Este tipo de vegetação domina a maior parte da zona costeira tropical e subtropical, representando cerca de 0,6% da vegetação terrestre total.
O peculiar sistema radicular destas plantas proporciona-lhes um conjunto de adaptações que lhes permite suportar concentrações salinas elevadas e as condições existentes no lodo onde se fixam. Algumas plantas apresentam raízes aéreas, com lentículas (poros respiratórios), que, através de tecidos especiais, permitem a difusão de gases para as raízes submersas.
De entre as espécies vegetais características dos mangais, *Rhizophora mangle* possui um sistema de raízes que, através de membranas especiais, consegue evitar a absorção de sal. Este processo é tão eficaz que permite a uma pessoa retirar água doce de uma planta, apesar de esta se encontrar num ambiente salino. Outras árvores de mangal, como, por exemplo, *Avicennia germinans*, em vez de impedirem o sal de entrar nos seus tecidos condutores, excretam-no, com gasto de energia, através de glândulas localizadas nas folhas, nos ramos e nas raízes. As florestas de mangal apresentam uma importante diversidade biológica, com a particularidade de a mesma árvore albergar uma comunidade tipicamente terrestre e outra tipicamente marinha.
As plantas de mangal desenvolveram estratégias reprodutivas que lhes garantem maior probabilidade de sobrevivência e que facilitam a sua dispersão. As sementes de algumas espécies germinam na árvore progenitora. Posteriormente, os propágulos caem, dispersando-se pelo oceano, onde permanecem viáveis por períodos que podem chegar a um ano.

19.1. Em *Avicennia germinans*, as células que constituem glândulas excretoras eliminam sal
(A) com intervenção de proteínas, por transporte ativo.
(B) sem intervenção de proteínas, por difusão facilitada.
(C) com intervenção de proteínas, por difusão facilitada.
(D) sem intervenção de proteínas, por transporte ativo.

19.2. As lentículas são necessárias, pois as plantas do mangal têm
(A) de eliminar os gases resultantes do seu metabolismo.
(B) as suas raízes num meio com concentrações elevadas de sal.
(C) as suas raízes cobertas de água grande parte do tempo.
(D) de eliminar água, por transpiração.

19.3. As lentículas permitem que as raízes de *Avicennia germinans* obtenham
(A) oxigénio, utilizado na fotossíntese.
(B) oxigénio, necessário para a excreção de sal.
(C) dióxido de carbono, necessário para a respiração celular.
(D) dióxido de carbono, utilizado na síntese de ATP.

19.4. Mencione o que aconteceria à pressão osmótica no xilema de *Rhizophora mangle* se o processo de filtração do sal cessasse devido à intervenção de um poluente.

20. A produção de biocombustíveis com recurso a culturas como a soja depende, em termos de produtividade, da ocupação exclusiva de grandes extensões de solo. As microalgas afiguram-se como uma alternativa para a produção de combustíveis, uma vez que têm a capacidade de duplicar a sua biomassa várias vezes por dia e de produzir, pelo menos, quinze vezes mais óleo por hectare do que as culturas alimentares concorrentes.
Para otimizar os processos de produção e extração dos óleos, recorre-se ao aumento do teor lipídico, bloqueando as vias metabólicas responsáveis pela acumulação de compostos energéticos, como o amido, e à diminuição do catabolismo dos lípidos. O silenciamento por mutação de genes das vias metabólicas referidas ou a redução significativa da quantidade de mRNA desses mesmos genes também podem conduzir a um aumento do teor lipídico celular. Após a extração dos óleos para a produção de biodiesel, os glúcidos (hidratos de carbono) existentes no bolo vegetal remanescente podem ser utilizados como substrato para a produção de etanol. O dióxido de carbono, resultante do processo de fermentação, pode, por sua vez, ser utilizado na produção de mais biomassa (microalgas), o que permite o funcionamento em sistema fechado e uma otimização de todo o processo bioenergético.

20.1. Os óleos de reserva existentes nas microalgas são biomoléculas constituídas por
(A) aminoácidos.
(B) monossacarídeos.
(C) ácidos gordos e glicerol.
(D) nucleótidos.

20.2. Na fase não dependente diretamente da luz, as moléculas necessárias para a produção de glúcidos e de óleos são
(A) O_2, NADPH, ATP.
(B) CO_2, H_2O, ADP.
(C) O_2, H_2O, ADP.
(D) CO_2, NADPH, ATP.

20.3. A elevada taxa de reprodução das microalgas exige uma grande produção de
(A) proteínas, o que implica o desenvolvimento do retículo endoplasmático rugoso.
(B) glicoproteínas, o que implica o desenvolvimento da mitocôndria.
(C) fosfolípidos, o que implica o desenvolvimento do retículo endoplasmático rugoso.
(D) lípidos, o que implica o desenvolvimento da mitocôndria.

20.4. O aumento do teor lipídico nas microalgas pode ser conseguido através da redução da
(A) síntese dos lípidos e do bloqueio das vias anabólicas dos glúcidos.
(B) degradação dos lípidos e do bloqueio das vias catabólicas dos glúcidos.
(C) síntese dos lípidos e do bloqueio das vias catabólicas dos glúcidos.
(D) degradação dos lípidos e do bloqueio das vias anabólicas dos glúcidos.

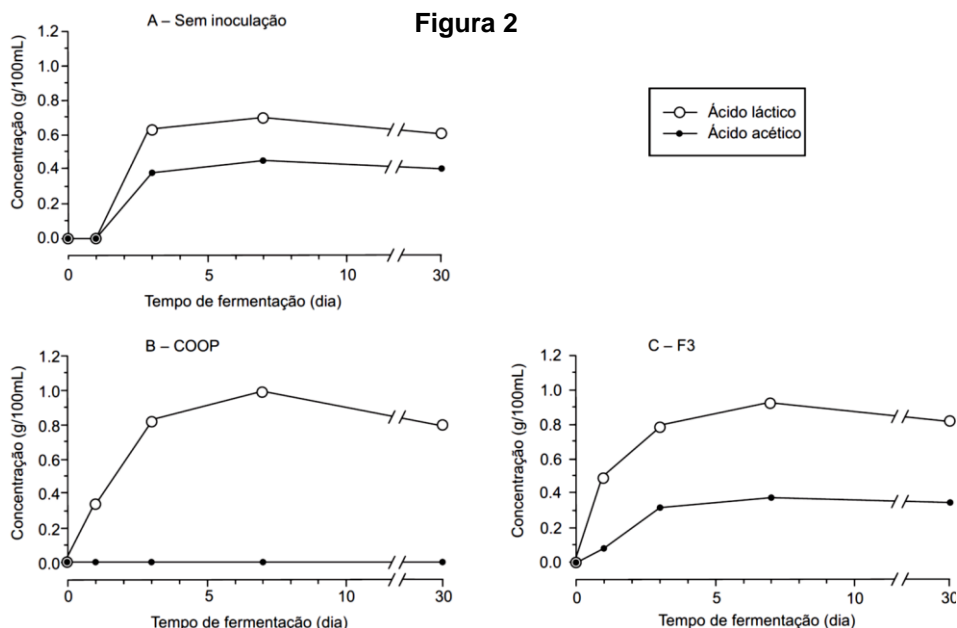
20.5. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos que, num sistema fechado, permitem a produção de etanol, a partir de glúcidos, e permitem a produção de mais biomassa.

A. Formação de moléculas de ácido pirúvico.
B. Produção de etanol e CO_2.
C. Hidrólise de polissacarídeos.
D. Redução do CO_2 para formar compostos orgânicos.
E. Fosforilação da glucose.

21. A fermentação de vegetais contribui para a sua conservação e para a obtenção de produtos com interesse nutricional. A fermentação láctica pode ocorrer por duas vias: a via homoláctica, cujo produto final é o ácido láctico, e a via heteroláctica, que origina, entre outros, ácido láctico e ácido acético.
As culturas bacterianas de arranque (culturas previamente selecionadas e cultivadas em laboratório) constituem uma alternativa à «flora microbiana» indígena (que ocorre de forma natural nos vegetais).
Entre outros aspetos, a utilização dessas culturas possibilita o início mais rápido da fermentação, conduzindo a acidificações mais rápidas, que evitam a deterioração dos vegetais por diminuírem a ação de micro-organismos deteriorantes.
Com o objetivo de avaliar o efeito de diversas bactérias ácido-lácticas na fermentação de uma mistura de vegetais, foi desenvolvida a investigação seguinte.

Métodos e resultados

1 – Produziu-se uma mistura de vegetais contendo 45% de couve, 20% de cenoura, 10% de cebola, 2% de sal e 23% de água.
2 – A mistura de vegetais, não sujeita a esterilização, foi submetida a três tratamentos: A – sem inoculação; B – inoculação com uma cultura bacteriana de arranque mista (contendo mais do que uma espécie bacteriana) denominada COOP; C – inoculação com uma cultura bacteriana de arranque mista denominada F3.
3 – Cada um dos ensaios foi incubado a 20 °C, durante 72 h, e posteriormente armazenado a 4 °C.
4 – Em cada ensaio, avaliou-se a produção de ácido láctico e de ácido acético aos 0, 1, 3, 7 e 30 dias.
Os resultados constam dos gráficos A, B e C, apresentados na Figura 2.

Figura 2

21.1. De acordo com o objetivo da investigação descrita, uma das variáveis dependentes em estudo é
(A) a variedade de vegetais usados.
(B) a temperatura de incubação.
(C) a cultura de arranque utilizada.
(D) a concentração de ácido láctico.

21.2. O controlo desta investigação implicou
(A) a presença de «flora indígena» em todos os ensaios.
(B) a exposição de cada um dos ensaios a diferentes temperaturas.
(C) a avaliação de diferentes parâmetros em cada um dos ensaios.
(D) a esterilização dos vegetais em todos os ensaios.

21.3. De acordo com os resultados apresentados,
(A) no ensaio sem inoculação, a concentração de ácido acético estabilizou a partir do 2.º dia.
(B) a produção de ácido láctico atingiu um valor máximo quando se utilizou a cultura bacteriana F3.
(C) no ensaio com a cultura COOP, a concentração de ácidos aumentou continuamente.
(D) a diminuição da concentração de ácido láctico, nos ensaios B e C, ocorreu ao mesmo tempo.

21.4. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica de acontecimentos que ocorrem durante a fermentação.
A. Formação de ácido pirúvico.
B. Produção de ATP.
C. Utilização de ATP.
D. Formação de ácido láctico.
E. Desdobramento da molécula de glucose.

21.5. De acordo com alguns investigadores, a otimização da fermentação industrial de uma mistura de vegetais é atingida quando, além da produção de ácido láctico, ocorre também a produção moderada de ácido acético.
Fundamente a escolha de um dos processos (A, B ou C), em detrimento dos outros, para aplicação na fermentação industrial de misturas de vegetais, considerando os resultados obtidos nos três ensaios.

22. As plantas superiores produzem polifenóis, um vasto grupo de substâncias complexas que dificultam a digestão dos herbívoros, pois provocam a precipitação das proteínas vegetais no tubo digestivo destes animais. Alguns mamíferos têm na saliva prótidos ricos em leucina, que impedem os polifenóis de se ligarem às proteínas.
Um estudo recente, mostra que as minhocas também possuem, na parte anterior do tubo digestivo, substâncias capazes de bloquear a ação dos polifenóis.
As minhocas são consideradas os «engenheiros» dos ecossistemas, porque, devido à sua constante movimentação, constroem galerias no solo, o que, em conjunto com a sua atividade de ingestão, favorece a reciclagem da matéria orgânica presente nas folhas que caem nos solos.

22.1. De acordo com o texto, as moléculas que, em alguns mamíferos, facilitam a digestão das
folhas são compostos cujos monómeros estabelecem entre si ligações
(A) quaternários ... peptídicas
(B) ternários ... peptídicas
(C) quaternários ... glucosídicas
(D) ternários ... glucosídicas

22.2. Na minhoca, o bloqueio da ação dos polifenóis
(A) promove a agregação dos péptidos.
(B) mantém a solubilidade das proteínas das folhas.
(C) dificulta a atuação das enzimas digestivas.
(D) provoca a precipitação de prótidos vegetais.

22.3. Relacione a atividade das minhocas e das bactérias aeróbias do solo com o aumento de nutrientes disponíveis para serem absorvidos pelas plantas.

Unidade 4
REGULAÇÃO NOS SERES VIVOS

1. O rato é um animal homeotérmico. Quando, em laboratório, se provoca uma diminuição significativa da temperatura ambiente, é de prever que o consumo de oxigénio por aquele animal _______, em consequência _______ da taxa respiratória.
(A) aumente [...] do aumento
(B) diminua [...] do aumento
(C) aumente [...] da diminuição
(D) diminua [...] da diminuição

2. Os animais que servem de hospedeiros a *Toxoplasma gondii* são endotérmicos. Para tal, contribui
(A) a troca de gases efetuada por difusão direta.
(B) a quantidade de água e de solutos presentes no seu organismo.
(C) um sistema circulatório em que a circulação é dupla e completa.
(D) um processo de nutrição por heterotrofia e por ingestão.

3. *Daphnia* é o nome científico de um género pertencente à classe dos crustáceos (filo dos artrópodes). É um animal aquático que atinge apenas alguns milímetros de comprimento. Possui um exosqueleto translúcido, que permite observar a sua morfologia interna e o funcionamento de alguns órgãos, uma das razões pela qual é usado em diversas investigações. Esta característica do exosqueleto permite observar o batimento do coração, que bombeia o fluido circulante para o interior de vasos, a partir dos quais se dispersa por lacunas.
A velocidade das reações químicas ao nível celular depende da temperatura a que ocorrem, nomeadamente aquelas que determinam os batimentos cardíacos.
Com o objetivo de se estudar a relação entre a temperatura externa e a frequência cardíaca em *Daphnia*, efetuou-se a seguinte experiência:
- colocaram-se 10 indivíduos numa caixa de Petri com água, à temperatura de 10 °C;
- observaram-se os indivíduos utilizando uma lupa binocular e contou-se, em cada um, o número de batimentos cardíacos por minuto;
- repetiram-se os procedimentos anteriores para temperaturas de 15 °C e de 20 °C;
- calculou-se o número médio de batimentos cardíacos, por minuto, para cada valor de temperatura.

Os resultados obtidos estão registados na tabela seguinte.

Temperatura (°C)	Valor médio da frequência cardíaca (n.º de batimentos/minuto)
10	156
15	181
20	197

3.1. Nesta experiência, a variável independente é a _______. Na construção de um gráfico que traduza os resultados da experiência, essa variável deve ser representada no eixo dos _______.
(A) temperatura ... xx
(B) temperatura ... yy
(C) frequência cardíaca ... xx
(D) frequência cardíaca ... yy

3.2. Os resultados obtidos nesta investigação apoiam a hipótese de que *Daphnia* é um animal ______ cuja temperatura interna depende fundamentalmente ______.
(A) ectodérmico [...] do calor libertado pela atividade metabólica
(B) ectotérmico [...] da variação da temperatura externa
(C) endotérmico [...] do calor libertado pela atividade metabólica
(D) endotérmico [...] da variação da temperatura externa

3.3. *Daphnia* possui um sistema circulatório ______. Neste tipo de sistema circulatório, a velocidade do fluido circulante é ______.

(A) fechado [...] menor do que num sistema circulatório aberto

(B) fechado [...] maior do que num sistema circulatório aberto

(C) aberto [...] menor do que num sistema circulatório fechado

(D) aberto [...] maior do que num sistema circulatório fechado

4. O camelo é um animal herbívoro, dócil e bem adaptado a ambientes desérticos. Estas características facilitaram a sua domesticação, desde há 4500 anos. Porque resiste facilmente ao calor e à secura, é utilizado como meio de transporte de pessoas e bens, em pleno deserto.

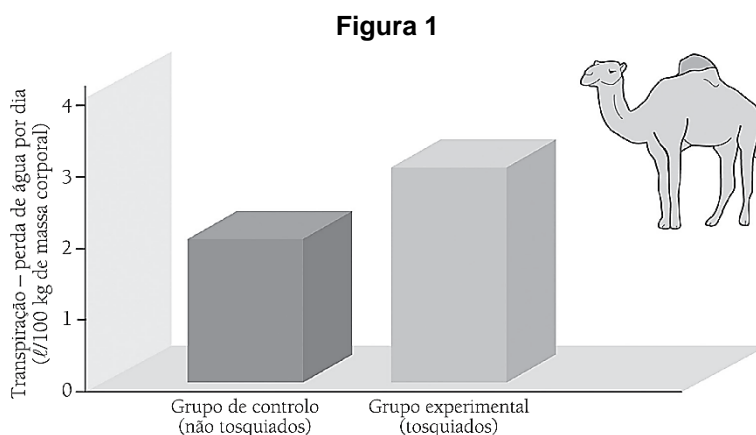
A produção de uma urina escassa, que pode atingir duas vezes a concentração normal da água do mar, e a produção de fezes muito desidratadas são adaptações que levam à retenção de água no meio interno, aumentando a capacidade de sobrevivência nestas condições extremas. O camelo também só começa a transpirar quando a temperatura corporal atinge os 40 °C. O calor armazenado durante o dia é perdido à noite, quando o ar está mais frio, não havendo perda de água por evaporação.

Apesar dessas adaptações, se passar uma semana sem comer nem beber perde até 25% do seu peso, condição que seria letal para a maioria dos animais.

Após um período sem acesso a água, a manutenção do volume sanguíneo, à custa do fluido intersticial, não compromete a circulação. Os eritrócitos são pequenos e ovais, podendo, em condições ainda mais extremas, continuar a circular se ocorrer um aumento de viscosidade do sangue.

Em contrapartida, quando tem água disponível, pode ingerir uma grande quantidade sem daí resultarem problemas osmóticos. Isto só é possível, porque a água é absorvida lentamente ao nível do estômago e do intestino, dando tempo a que se estabeleça o equilíbrio do meio interno. Além disso, os eritrócitos podem aumentar até 240% o seu volume, enquanto, na maioria das espécies, a lise dos eritrócitos ocorre com um aumento de 150% do seu volume.

Para melhor compreender os mecanismos envolvidos na adaptação ao deserto, uma equipa de cientistas desenvolveu uma investigação em *Camelus dromedarius*, durante a qual foram comparadas as taxas de perda de água por transpiração, em animais tosquiados e em animais não tosquiados. Os resultados obtidos encontram-se no gráfico da Figura 1.

Figura 1

4.1. No camelo, para que não seja comprometida a circulação do sangue, o volume sanguíneo é mantido à custa _______ da pressão osmótica do ________, garantindo, no entanto, uma hidratação mínima dos tecidos.

(A) da diminuição [...] fluido intersticial

(B) do aumento [...] sangue

(C) do aumento [...] fluido intersticial

(D) da diminuição [...] sangue

4.2. No camelo, a absorção lenta de água ao nível do tubo digestivo _______ o aumento brusco da diferença de concentrações entre o plasma e os eritrócitos, atingindo-se a isotonia com a ________ destas células.

(A) impede [...] plasmólise

(B) permite [...] turgescência

(C) permite [...] plasmólise

(D) impede [...] turgescência

4.3. O objetivo da experiência, descrita no texto, realizada em *C. dromedarius*, foi investigar

(A) como se processa a termorregulação.

(B) a importância dos pelos na conservação da água.

(C) como se processa a transpiração.

(D) a importância da pele na conservação da temperatura.

4.4. Quando exposta ao sol, a superfície da pelagem de *C. dromedarius* pode alcançar temperaturas superiores a 70°C, enquanto ao nível da pele a temperatura corporal não ultrapassa os 40°C.
Explique, a partir dos dados fornecidos, de que modo a investigação realizada permitiu relacionar a adaptação a elevadas temperaturas com os níveis de transpiração apresentados por *C. dromedarius*.

5. A regulação da temperatura nos répteis pode envolver, entre outros aspetos, a deslocação entre locais sombrios e locais soalheiros.
Explique em que medida o referido comportamento pode contribuir para a regulação da temperatura corporal dos répteis, tendo em conta que se trata de animais ectotérmicos.

6. Durante a transmissão do impulso nervoso, ao nível da sinapse, a libertação dos neurotransmissores na fenda sináptica irá
(A) promover a endocitose dos neurotransmissores no neurónio pós-sináptico.
(B) desencadear o potencial de ação no neurónio pós-sináptico.
(C) alterar a permeabilidade da membrana no neurónio pré-sináptico.
(D) provocar a despolarização da membrana no neurónio pré-sináptico.

7. A estimulação do neurónio, quando exposto a uma amostragem de compostos odoríferos, provoca a _______ de iões cálcio e sódio, conduzindo à _______ da membrana.
(A) entrada … despolarização
(B) saída … despolarização
(C) entrada … repolarização
(D) saída … repolarização

8. Os neurónios olfativos enviam sinais a um
(A) centro nervoso através de neurónios motores.
(B) órgão efetor através de neurónios sensitivos.
(C) órgão efetor através de neurónios motores.
(D) centro nervoso através de neurónios sensitivos.

9. Faça corresponder cada uma das descrições relativas ao sistema nervoso expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Camada formada por enrolamento da célula de Schwann.	**(1)** Axónio
(b) Ramificação curta de um neurónio.	**(2)** Bainha de mielina
(c) Ramificação longa de um neurónio.	**(3)** Corpo celular
(d) Zona de interrupção da bainha que envolve parte do neurónio.	**(4)** Dendrite
(e) Zona do neurónio onde se encontra o núcleo.	**(5)** Nervo
	(6) Nódulo de Ranvier
	(7) Placa motriz
	(8) Sinapse

10. A reposição do potencial de repouso é conseguida através de um transporte de iões
(A) não mediado e ativo.
(B) mediado e passivo.
(C) não mediado e passivo.
(D) mediado e ativo.

11. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com a transmissão do impulso nervoso.
A. Alteração da polaridade da membrana.
B. Emissão de um feixe de luz.
C. Entrada de iões cálcio e sódio.
D. Criação de um potencial de ação.
E. Libertação de neurotransmissores.

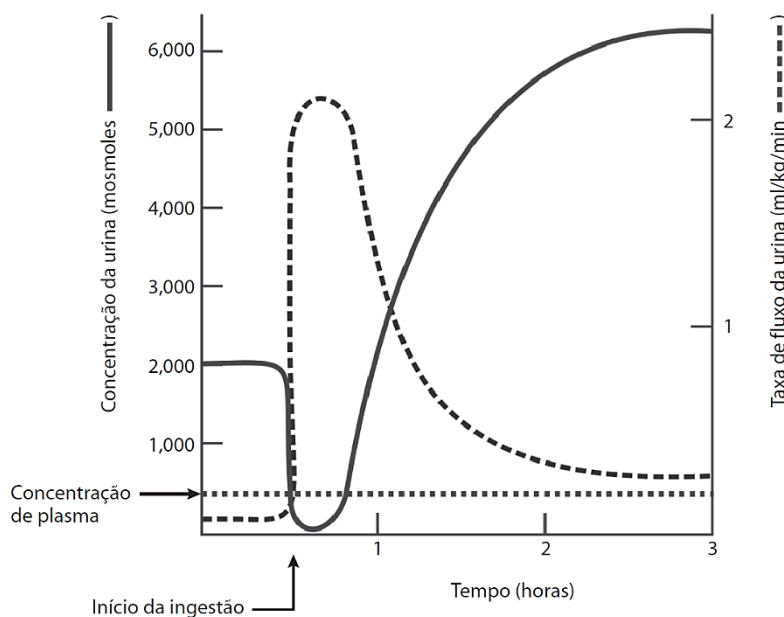
12. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica de acontecimentos que ocorrem durante a resposta fisiológica do organismo de um mamífero num dia de calor.
A. Transmissão do impulso nervoso em vias de comunicação eferentes.
B. Geração de potencial de ação em células termorrecetoras da pele.
C. Vasodilatação periférica e estimulação das glândulas sudoríparas.
D. Transmissão do impulso nervoso em vias de comunicação aferentes.
E. Integração de informação em centros nervosos.

13. No processo de osmorregulação, ao nível das brânquias e dos rins, respetivamente, os peixes de água doce
(A) absorvem água por osmose e produzem urina concentrada.
(B) eliminam água por osmose e produzem urina concentrada.
(C) absorvem água por osmose e produzem urina diluída.
(D) eliminam água por osmose e produzem urina diluída.

14. O organismo humano é sensível a variações de pressão osmótica no sangue, pelo que, em condições de desidratação, a hormona antidiurética (ADH) é produzida para
(A) diminuir a reabsorção de água nos rins.
(B) aumentar a permeabilidade das células alvo nos rins.
(C) aumentar a quantidade de água excretada pelos rins.
(D) diminuir a permeabilidade das células alvo nos rins.

15. Colocou-se a hipótese de, em vários pares de mamíferos filogeneticamente aparentados, um dos membros se encontrar adaptado a ambientes desérticos, apresentando estruturas, envolvidas na osmorregulação, características desses ambientes.
Faça corresponder **S** (sim) ou **N** (não) a cada uma das letras que identificam as afirmações seguintes, de acordo com a possibilidade da sua utilização como argumentos a favor da adaptação de um dos membros de cada par a ambientes desérticos.
A — Apresenta glomérulos de maiores dimensões que o outro membro do par.
B — Nele, a reabsorção é maximizada em longos tubos uriníferos.
C — A urina produzida por ele é mais concentrada que a produzida pelo outro membro do par.
D — Os seus rins participam nos processos de osmorregulação.
E — Na respetiva osmorregulação, intervêm processos de filtração, reabsorção e secreção.
F — Depende mais da água produzida pelo metabolismo que o outro membro do par.
G — Nele, a reabsorção de água é desencadeada por um gradiente de concentrações.
H — A concentração de sais do respetivo fluido tubular aumenta ao longo do nefrónio.

16. O morcego vampiro, *Desmodus rotundus*, é um pequeno mamífero que se alimenta do sangue de outros mamíferos de grande porte, enquanto estes dormem. Se o morcego vampiro encontrar uma presa, ingere todo o sangue que puder, no menor período de tempo possível, antes que a vítima acorde.
Após o início da refeição, a água do sangue ingerido é rapidamente absorvida e transportada para o sistema renal. Assim que a refeição termina, o morcego vampiro começa a digerir o sangue concentrado no tubo digestivo. Como este sangue é composto, essencialmente, por proteínas, é produzida uma grande quantidade de resíduos azotados, os quais são excretados sob a forma de ureia numa urina muito concentrada, conforme se ilustra na Figura 2.
Quando o morcego já não se alimenta há várias horas, produz pouca urina, muito concentrada, de forma a evitar a perda de água do corpo.

Figura 2

16.1. A digestão do sangue ingerido pelo morcego vampiro é
(A) intracelular e dela resultam, essencialmente, monossacarídeos.
(B) extracelular e dela resultam, essencialmente, monossacarídeos.
(C) intracelular e dela resultam, essencialmente, aminoácidos.
(D) extracelular e dela resultam, essencialmente, aminoácidos.

16.2. Comparando a condição que se regista no gráfico da Figura 2 duas horas após a ingestão de alimentos com a que se regista dez minutos antes desta ingestão, verifica-se que o morcego vampiro elimina
(A) maior volume de urina com maior quantidade de solutos.
(B) maior volume de urina com menor quantidade de solutos.
(C) menor volume de urina com maior quantidade de solutos.
(D) menor volume de urina com menor quantidade de solutos.

16.3. Assim que o morcego inicia a ingestão do sangue, a concentração de hormona antidiurética (ADH) no plasma sanguíneo
(A) reduz-se, o que diminui a quantidade de urina produzida.
(B) reduz-se, o que diminui a permeabilidade do tubo coletor.
(C) eleva-se, o que aumenta a permeabilidade do tubo coletor.
(D) eleva-se, o que aumenta a quantidade de urina produzida.

16.4. Justifique a alteração verificada no fluxo de urina excretada nos dez minutos iniciais da refeição do morcego.

17. Os seres que vivem no Antártico estão sujeitos a fatores abióticos muito limitantes. A baixa temperatura aumenta a viscosidade dos fluidos nestes seres e, no verão, o degelo conduz à variação da salinidade da água do mar. As águas frias e salgadas da região são ricas em oxigénio, pois nestas condições este gás torna-se mais solúvel.
Nos «peixes do gelo», os vasos são de grande calibre, o sangue não possui hemoglobina e o oxigénio difunde-se diretamente dos capilares para os tecidos, que se apresentam muito vascularizados e com grande densidade de mitocôndrias, características bem evidenciadas no tecido muscular cardíaco.
Os «peixes do gelo», alguns insetos e alguns répteis possuem, no seu fluido circulante, proteínas com um papel anticongelante, que permitem o bloqueio do crescimento de cristais de gelo.
Certas espécies de bacalhau do Ártico exibem uma proteína idêntica à dos «peixes do gelo», mas que não é transcrita a partir do mesmo gene. A evolução destas proteínas é uma das mais fantásticas adaptações moleculares que caracterizam a evolução biológica.

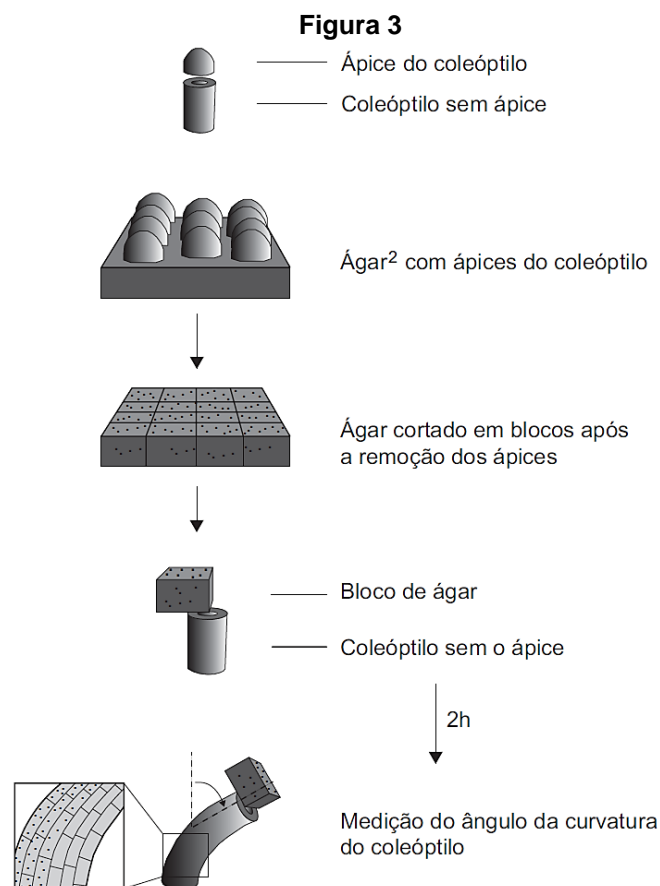
17.1. A alta viscosidade do sangue dos «peixes do gelo» não constitui um obstáculo à distribuição de oxigénio às células porque
(A) é facilitadora da oxigenação do sangue nas brânquias.
(B) mantém uma pressão sanguínea elevada ao nível dos capilares.
(C) é compensada pelo diâmetro do lúmen dos vasos onde circula o sangue.
(D) permite que o sangue atinja a artéria aorta com uma elevada pressão.

17.2. A variação da salinidade da água do mar, provocada pelo degelo, desencadeia mecanismos de osmorregulação, nomeadamente
(A) a diminuição da excreção ativa de sais pelas brânquias.
(B) o aumento da excreção ativa de sais pelas brânquias.
(C) a diminuição da absorção passiva de sais pelas brânquias.
(D) o aumento da absorção passiva de sais pelas brânquias.

17.3. Nos insetos, um aumento da viscosidade do fluido circulante iria
(A) afetar a distribuição de nutrientes aos tecidos, mas não a de oxigénio.
(B) impedir a distribuição de nutrientes e de oxigénio aos tecidos.
(C) dificultar a distribuição de oxigénio e de nutrientes aos tecidos.
(D) condicionar a distribuição de oxigénio aos tecidos, mas não a de nutrientes.

17.4. Relacione as características do tecido muscular cardíaco dos «peixes do gelo» com a viscosidade do fluido circulante.

18. As auxinas são fito-hormonas responsáveis pelo crescimento das plantas, sintetizadas preferencialmente nos ápices caulinares. Estas fito-hormonas estão envolvidas no aumento de plasticidade da parede celular e na subsequente deposição de materiais, que leva à expansão das células vegetais. As auxinas induzem o aumento da concentração de H^+ na parede celular, que promove a separação das fibras de celulose e a inclusão de novos polímeros; seguidamente, as células absorvem água, o que faz aumentar o seu comprimento, levando a um alongamento dos tecidos.
Em 1926, Frits Went conseguiu demonstrar experimentalmente os efeitos de uma substância, a que deu o nome de auxina, no crescimento de coleóptilos[1] de *Avena sativa*, na ausência de luz.
A Figura 3 traduz esquematicamente parte do procedimento experimental seguido por Frits Went e os resultados que obteve.

Figura 3

[1] Coleóptilo – estrutura de proteção das primeiras folhas, resultante da germinação das cariopses («sementes») das gramíneas.
[2] Ágar – substância utilizada para tornar os meios de cultura gelatinosos.

18.1. Formule a hipótese que Frits Went pretendeu confirmar com a atividade experimental descrita.

18.2. Para a validade da demonstração do efeito da auxina nesta experiência, foi fundamental
(A) o recurso a coleóptilos de *Avena sativa*.
(B) o uso de blocos de ágar impregnados com auxina.
(C) a sua realização na ausência de luz.
(D) a medição do alongamento das células do coleóptilo.

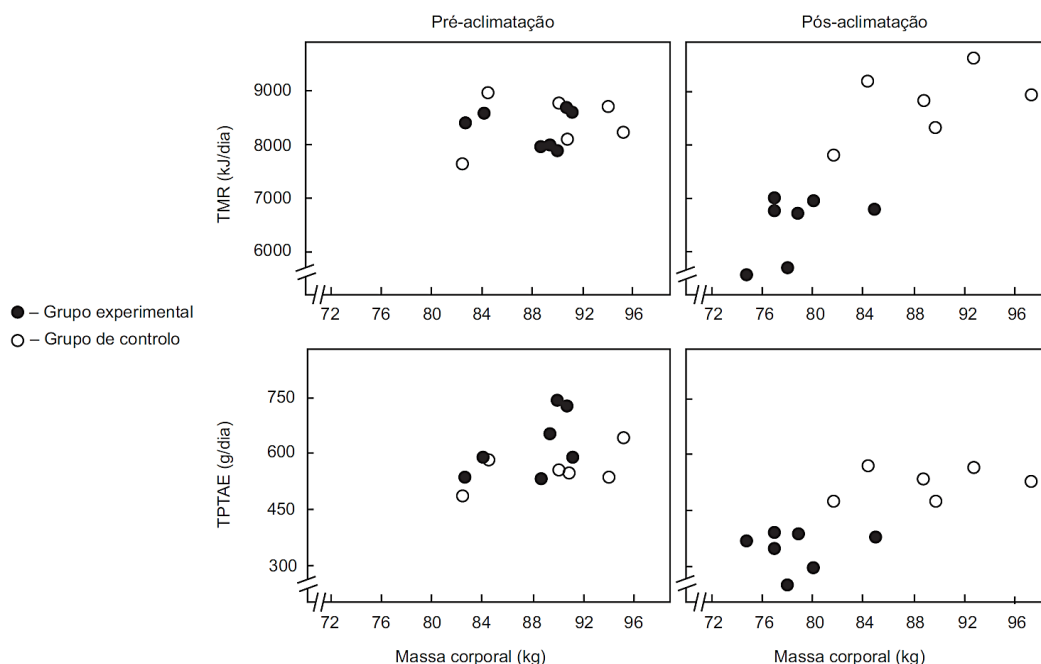
18.3. Considere as seguintes afirmações referentes à osmose numa célula vegetal.
1. A entrada de água na célula deve-se ao facto de o meio intracelular estar hipotónico.
2. A entrada de água provoca um aumento da pressão de turgescência.
3. A entrada de água ocorre contra o gradiente de concentração de solutos.
(A) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
(B) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.
(C) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

18.4. Os efeitos das auxinas
(A) são independentes quer da concentração destas hormonas quer do local onde atuam.
(B) são independentes da concentração destas hormonas, mas dependem do local onde atuam.
(C) dependem da concentração destas hormonas e não dependem do local onde atuam.
(D) dependem quer da concentração destas hormonas quer do local onde atuam.

19. O órix-da-arábia, *Oryx leucoryx*, é um mamífero pertencente à família Bovidae. Esta espécie, classificada como vulnerável, habita nos desertos da Península Arábica, onde, no verão, a água é escassa e o conteúdo nutricional da vegetação é pobre.
Com o intuito de investigar os mecanismos utilizados pelo órix-da-arábia para ajustar a sua fisiologia a uma progressiva restrição de água e de alimento, desenvolveu-se o estudo seguinte.

Métodos e resultados

1 – Selecionaram-se 14 fêmeas, que foram distribuídas, aleatoriamente, pelo grupo experimental (7 fêmeas) e pelo grupo de controlo (7 fêmeas). Os animais foram mantidos ao ar livre, em espaços individuais de 40 m^2, com sombra disponível.
2 – Durante 5 meses (período de aclimatação fisiológica), forneceu-se ao grupo de controlo 2 kg/dia de feno e 4,5 L/dia de água. No grupo experimental, o tratamento iniciou-se com as mesmas quantidades de feno e de água, que foram reduzidas gradualmente (15% a cada 3 semanas) até se atingir 0,8 kg/dia de feno e 1,2 L/dia de água.
No início do estudo (pré-aclimatação) e no final (pós-aclimatação), foram medidas a taxa metabólica de repouso mínima (TMR), ou seja, a quantidade mínima de energia necessária para manter as funções básicas, e a taxa de perda total de água por evaporação (TPTAE), ou seja, o somatório das perdas de água por respiração e através da pele.
Na Figura 4, estão representados os resultados obtidos para a TMR e para a TPTAE em função da massa corporal dos animais em estudo. Nos animais do grupo experimental, na fase de pós-aclimatação, observaram-se ainda reduções na quantidade de água perdida através das fezes e da urina e um aumento das concentrações de ureia e de creatinina na urina, relativamente aos animais do grupo de controlo e aos animais do grupo experimental na fase de pré-aclimatação.

Figura 4

Nota – não foi possível medir a TMR e a TPTAE de um dos animais do grupo de controlo.

19.1. Um dos objetivos da investigação foi
(A) conhecer o resultado do aumento da temperatura ambiente no órix-da-arábia.
(B) estudar o efeito da progressiva diminuição da quantidade de água ingerida pelo órix-da-arábia.
(C) estudar a relação entre a atividade física e a taxa metabólica de repouso mínima no órix-da-arábia.
(D) conhecer as consequências da manutenção em cativeiro do órix-da-arábia.

19.2. Para o controlo da investigação descrita contribuiu a
(A) escolha aleatória de exemplares relativamente ao sexo.
(B) manutenção da quantidade de alimento num dos grupos de animais.
(C) distribuição dos animais de acordo com a sua massa corporal.
(D) diversificação do tipo de dieta alimentar fornecida aos animais.

19.3. De acordo com os resultados registados, pode inferir-se que ocorreu _______ considerável da média da massa corporal no grupo _______.

(A) um aumento … de controlo
(B) uma redução … de controlo
(C) uma redução … experimental
(D) um aumento … experimental

19.4. Nos animais do grupo experimental, na fase de pós-aclimatação, comparativamente à fase de pré-aclimatação, observou-se que a pressão osmótica na urina _______, provavelmente devido a uma _______ reabsorção de água ao longo do tubo coletor dos animais do grupo experimental.

(A) diminuiu … maior
(B) diminuiu … menor
(C) aumentou … menor
(D) aumentou … maior

19.5. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos que conduzem à osmorregulação de um mamífero numa situação de carência de água.

A. Estimulação do hipotálamo.
B. Aumento da tonicidade do plasma.
C. Libertação da hormona ADH.
D. Aumento do volume do plasma.
E. Aumento da permeabilidade do tubo coletor.

19.6. Explique em que medida a metodologia desenvolvida e os resultados obtidos mostram que o órix-da--arábia é um animal capaz de ajustar a sua fisiologia às condições do deserto no verão.

20. Na produção agrícola, podem ser utilizados diversos inseticidas, como o Diclorvos (DDVP) e a Deltametrina (DTM). Estas classes de inseticidas afetam o sistema nervoso, causando a paralisia dos insetos. Os inseticidas da classe do DDVP impedem a ação de enzimas, tais como as esterases, que são necessárias à degradação dos neurotransmissores. Já os inseticidas da classe da DTM atuam nos canais de sódio do axónio, retardando a repolarização do neurónio.
Com o intuito de avaliar a toxicidade de fórmulas comerciais do DDVP e da mistura deste com a DTM, foi desenvolvido um estudo de toxicidade em peixes da espécie *Danio rerio*.

Métodos utilizados e resultados obtidos

1 - Foram utilizados peixes com um peso médio de 5 g.
2 - Os peixes foram mantidos em água a uma temperatura de 25 °C e pH 7,0. Foi fornecido a todos os peixes o mesmo tipo de alimento.
3 - Posteriormente, os peixes foram colocados, durante 48 horas, em aquários de 3L. Para a determinação da toxicidade dos inseticidas, variou-se, em alguns dos aquários, a concentração de DDVP ou da mistura de DDVP com DTM.
4 - Parte dos resultados obtidos consta nas Tabelas 1 e 2.
5 - Nos testes efetuados nos grupos de controlo, não se registaram mortes.

Tabela 1 — Determinação da toxicidade do inseticida DDVP em peixes da espécie *Danio rerio*

Concentração DDVP ($\mu g\ L^{-1}$)	Mortes (%)
0,010	0
0,020	0
0,040	100

Tabela 2 — Determinação da toxicidade da mistura dos inseticidas DDVP e DTM em peixes da espécie *Danio rerio*

Concentração DDVP ($\mu g\ L^{-1}$)	Concentração DTM ($\mu g\ L^{-1}$)	Mortes (%)
0,005	0,020	100
0,010	0,040	100
0,020	0,080	100

20.1. No estudo descrito, a variável dependente foi

(A) o tempo de exposição aos inseticidas.
(B) o peso médio dos peixes.
(C) a taxa de mortalidade dos peixes.
(D) a concentração dos inseticidas.

20.2. Refira a diferença das condições a que foram submetidos os grupos de controlo, relativamente àquelas a que foram submetidos os restantes grupos.

20.3. Os resultados do estudo mostram que
(A) a DTM, relativamente ao DDVP, provoca a morte de um maior número de animais.
(B) o efeito do DDVP depende da concentração em que é administrado.
(C) o aumento do teor de DDVP torna mais rápida a morte dos animais.
(D) a eficácia da mistura de DDVP com DTM depende das concentrações destas substâncias.

20.4. Os inseticidas da classe da DTM mantêm os canais de sódio ______, o que contribui para ____ a diferença de cargas entre as duas faces da membrana do axónio.
(A) abertos ... reduzir
(B) abertos ... aumentar
(C) fechados ... aumentar
(D) fechados ... reduzir

20.5. O DDVP e a DTM interferem
(A) apenas na componente química do impulso nervoso.
(B) apenas na componente elétrica do impulso nervoso.
(C) na componente química e na componente elétrica do impulso nervoso, respetivamente.
(D) na componente elétrica e na componente química do impulso nervoso, respetivamente.

20.6. O transporte de iões a favor do gradiente de concentração, através da membrana celular, é
(A) não mediado e ativo.
(B) mediado e ativo.
(C) não mediado e passivo.
(D) mediado e passivo.

20.7. Faça corresponder cada uma das descrições relativas a estruturas intervenientes na transmissão do impulso nervoso, expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta na coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Extensão do neurónio que recebe o impulso nervoso. **(b)** Zona de comunicação entre dois neurónios. **(c)** Região do neurónio que contém o núcleo.	**(1)** Axónio **(2)** Corpo celular **(3)** Dendrite **(4)** Nódulo de Ranvier **(5)** Sinapse

20.8. Considere os dados das Tabelas 1 e 2 e as informações seguintes:
- a utilização isolada de 0,078 µg L^{-1} de DTM provoca 50% de mortes em *Danio rerio*;
- as enzimas esterases catalisam a hidrólise da DTM;
- o DDVP impede a ação das esterases.

Explique a diferença na percentagem de mortes quando se utilizam os inseticidas isoladamente e quando se utilizam em conjunto.
Na sua resposta, apresente os resultados que permitem confirmar a sua explicação.

21. Os peixes-balão pertencem a um grupo com mais de 100 espécies que inclui a espécie marinha *Arothron hispidus*. Estes peixes, quando em perigo, expandem o corpo através da ingestão de água, que bombeiam para o estômago. Esta capacidade está dependente da compressão da cavidade bucal, da abertura e do fecho das fendas operculares e do funcionamento de uma válvula que está localizada imediatamente atrás das mandíbulas e que impede a saída de água.
Diversas espécies de peixes-balão apresentam em alguns órgãos, como a pele, o fígado e as glândulas sexuais, uma das toxinas mais letais que se conhecem – a tetrodotoxina (TTX) –, que, mesmo em pequenas doses, é capaz de matar um ser humano adulto. Esta substância é produzida por bactérias endossimbióticas que se alimentam dos nutrientes existentes no peixe. No ser humano, a TTX condiciona o movimento de iões sódio através da membrana celular, dificultando a propagação elétrica do impulso nervoso. Este processo começa por causar dormência da região oral, podendo conduzir a paralisia total e a insuficiência respiratória, por deficiente ventilação pulmonar, capaz de provocar a morte.

21.1. O modo de atuação da TTX pode estar relacionado com
(A) o bloqueio de proteínas membranares intrínsecas.
(B) a degradação de alguns neurotransmissores.
(C) o bloqueio de proteínas membranares extrínsecas.
(D) a produção de neurotransmissores disfuncionais.

21.2. De acordo com a informação fornecida, a TTX é capaz de causar a morte a um ser humano, porque
(A) os gases respiratórios reagem com a toxina.
(B) as superfícies respiratórias impedem a difusão de O2.
(C) os músculos respiratórios deixam de funcionar.
(D) as vias respiratórias inflamam, obstruindo a entrada de ar.

21.3. Quando, durante o processo de expansão do peixe-balão, após a entrada de água na boca, ocorre a compressão da cavidade bucal, será de prever que a válvula da boca esteja _______ e que as fendas operculares estejam _______.
(A) aberta … fechadas
(B) fechada … fechadas
(C) fechada … abertas
(D) aberta … abertas

21.4. Os peixes da espécie *Arothron hispidus*
(A) têm um meio interno hipertónico em relação ao meio externo.
(B) transportam ativamente sais minerais para o seu meio interno.
(C) eliminam o excesso de sais através de difusão.
(D) reduzem a filtração nos glomérulos, retendo água.

21.5. Explique, tendo em conta os dados apresentados, de que modo a morte de tecidos no ser humano poderá ser devida aos efeitos da TTX sobre o sistema respiratório.

Unidade 5
CRESCIMENTO E RENOVAÇÃO CELULAR

1. A presença de auxinas no citoplasma das células vegetais ativa o gene para a H^+-ATPase (proteína da membrana plasmática), desencadeando, primeiro, a
(A) tradução dos intrões do RNA mensageiro.
(B) transcrição dos nucleótidos do gene para a ATPase.
(C) remoção dos exões do gene para a ATPase.
(D) migração do RNA mensageiro para o citoplasma.

2. O código genético é redundante, porque um
(A) codão codifica pelo menos um aminoácido.
(B) aminoácido pode ser codificado por vários codões.
(C) aminoácido é codificado apenas por um codão.
(D) codão codifica sempre o mesmo aminoácido.

3. Faça corresponder cada uma das descrições relativas à síntese proteica, expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Macromolécula responsável pela transcrição do DNA. **(b)** Molécula que possui uma sequência de ribonucleótidos complementar de um codão. **(c)** Monómero que entra na constituição de um polipéptido. **(d)** Polirribonucleótido que contém informação para a síntese de um polipéptido. **(e)** Sequência de desoxirribonucleótidos que contém informação para a síntese de uma proteína.	**(1)** Aminoácido **(2)** DNA **(3)** DNA polimerase **(4)** Gene **(5)** RNA de transferência **(6)** RNA mensageiro **(7)** RNA polimerase **(8)** RNA ribossómico

4. A expressão do gene mitocondrial para o citocromo b (proteína da cadeia transportadora de eletrões) implica a
(A) tradução da sequência de codões do mRNA no RER.
(B) tradução da sequência de codões do mRNA por ribossomas.
(C) transcrição do DNA para moléculas de RNA pré-mensageiro.
(D) transcrição do DNA para moléculas de desoxirribonucleótidos.

5. As enzimas que intervêm na duplicação do material genético são as
(A) RNA polimerases.
(B) DNA hidrolases.
(C) DNA polimerases.
(D) RNA hidrolases.

6. A nutrição é uma condição essencial para a sobrevivência do indivíduo. Quando a alimentação é insuficiente, surge uma forma de desnutrição designada como deficiência calórico-proteica. Para sintetizar as suas proteínas, o ser humano necessita de vinte aminoácidos distintos. Destes vinte, oito são considerados essenciais, visto que não é possível sintetizá-los, sendo obtidos através da alimentação.
A redução da síntese proteica em situação de malnutrição leva à diminuição da quantidade de proteínas do plasma sanguíneo, baixando a sua pressão osmótica. A doença de Kwashiorkor, que vitima essencialmente crianças após o desmame, é um caso de deficiência calórico-proteica severa em que ocorre edema (retenção de líquidos) essencialmente na zona abdominal, vulgarmente designada como «barriga de água».
Considere o fragmento do gene que codifica uma proteína humana (proteína X) a seguir representado e os codões de alguns aminoácidos representados na Tabela 1:

Fragmento do gene que codifica a proteína X

3' ...CGACGTACCCCT... 5'

Tabela 1

Aminoácido	Codão (codões)
Alanina (Ala)	GCU GCC GCA GCG
Glicina (Gli)	GGA GGG GGC GGU
Arginina (Arg)	CGA CGC
Metionina (Met)	AUG
Triptofano (Trp)	UGG

6.1. A sequência de aminoácidos codificada pelo fragmento do gene representado é

(A) Met-Gli-Ala-Trp
(B) Ala-Ala-Trp-Gli
(C) Arg-Arg-Met-Gli
(D) Arg-Ala-Gli-Trp

6.2. Se ocorrer uma mutação no fragmento do gene apresentado que o altere para 3'...CGACGTACCCCC...5', a proteína X

(A) perde a sua funcionalidade.
(B) deixa de ser sintetizada.
(C) mantém as suas características.
(D) fica com a sua estrutura alterada.

6.3. A síntese de um polipeptídeo a partir da informação de um gene implica a

(A) replicação semiconservativa da informação genética.
(B) transcrição do gene para moléculas de RNA de transferência.
(C) leitura aleatória do RNA mensageiro no citoplasma.
(D) tradução da sequência de codões do RNA mensageiro processado.

6.4. Um organismo saudável faz a regulação da pressão osmótica do sangue, mantendo-a aproximadamente constante. Relacione a formação do edema abdominal, em casos de doença de Kwashiorkor, com a necessidade de regulação da pressão osmótica do sangue.

7. Classifique como verdadeira **(V)** ou falsa **(F)** cada uma das afirmações seguintes, relativas à mitose.

(A) Na telófase cada cromossoma não está dividido em cromatídeos.
(B) A disposição dos cromossomas na placa equatorial é característica da metáfase.
(C) A reorganização do invólucro nuclear é acompanhada por um aumento da condensação da cromatina.
(D) Durante a anáfase, ocorre a ascensão polar de cromossomas com dois cromatídeos.
(E) No final da prófase, é possível observar cromossomas individualizados.
(F) Durante a prófase, ocorre emparelhamento entre cromossomas homólogos.
(G) Ao longo da anáfase, cada cromatídeo fica progressivamente mais próximo de um dos polos do fuso.
(H) No final da anáfase, existem conjuntos cromossómicos idênticos, junto a ambos os polos do fuso.

8. A quantidade de DNA de uma célula é reduzida para metade durante a

(A) telófase II.
(B) anáfase II.
(C) metáfase I.
(D) prófase I.

9. Num ciclo celular mitótico, a condensação máxima da cromatina ocorre na

(A) metáfase.
(B) prófase.
(C) anáfase.
(D) telófase.

10. Faça corresponder a cada uma das descrições do ciclo celular, expressas na coluna A, à respetiva etapa da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Ocorre a duplicação da informação genética. **(b)** Os cromatídeos de cada cromossoma separam-se para polos opostos. **(c)** Por condensação da cromatina, os cromossomas tornam-se observáveis. **(d)** Os cromossomas migram para um plano equidistante dos polos do fuso. **(e)** Ocorre a individualização das células-filhas por constrição da membrana plasmática.	**(1)** Fase G_1 **(2)** Fase S **(3)** Fase G_2 **(4)** Prófase **(5)** Metáfase **(6)** Anáfase **(7)** Telófase **(8)** Citocinese

11. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos durante um ciclo celular.
A. Alinhamento dos cromossomas na placa equatorial.
B. Replicação do DNA.
C. Formação do fuso acromático.
D. Reaparecimento do nucléolo.
E. Ascensão polar dos cromatídeos irmãos.

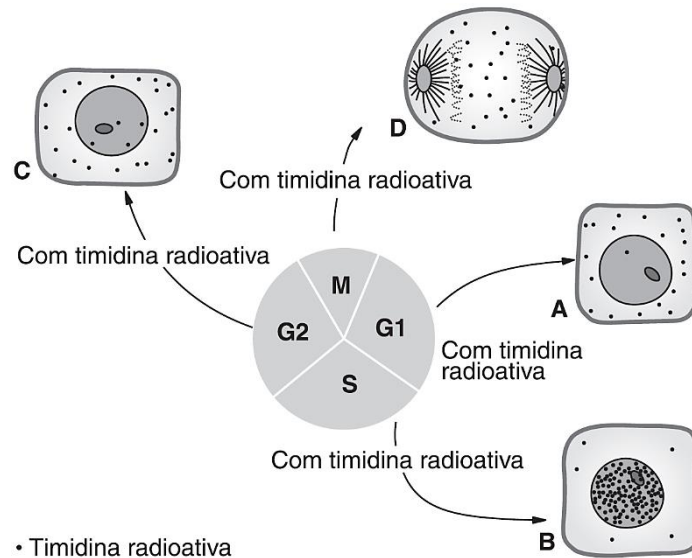
12. A diferenciação celular é um processo que
(A) origina a alteração do genoma nas células especializadas.
(B) ocorre independentemente da atuação de fatores do meio.
(C) implica um conjunto de mutações génicas sequenciais.
(D) envolve a regulação da transcrição de genes.

13. A redução da quantidade do mRNA leva à diminuição da
(A) transcrição da informação contida nos exões.
(B) tradução da informação contida nos exões.
(C) transcrição da informação contida nos intrões.
(D) tradução da informação contida nos intrões.

14. Ao contrário do que acontece na síntese proteica bacteriana, nos peixes
(A) verifica-se a transcrição do DNA.
(B) ocorre processamento do RNA.
(C) o tRNA liga-se aos aminoácidos.
(D) a tradução ocorre nos ribossomas.

15. Bactérias cultivadas durante várias gerações num meio de cultura contendo o isótopo do nitrogénio ^{15}N foram transferidas para um meio contendo o isótopo ^{14}N. Ao fim de duas gerações neste meio, o DNA bacteriano será constituído por
(A) 25% de moléculas de DNA híbridas.
(B) 50% de moléculas só com o isótopo ^{14}N.
(C) 100% de moléculas só com o isótopo ^{14}N.
(D) 75% de moléculas de DNA híbridas.

16. Alguns tipos de células podem ser removidos do organismo e cultivados em meios nutritivos artificiais.
Células epiteliais de coelho, em diferentes fases do ciclo celular, foram expostas durante alguns minutos a timidina radioativa (nucleótido de timina). A sua posterior observação, destinada a avaliar a incorporação do nucleótido, feita pela técnica de autorradiografia (impressão em película fotográfica), mostrou que o padrão de radioatividade permaneceu difuso em todos os estádios do ciclo celular, exceto nas células que se encontravam no período S. Nestas, a radioatividade concentrou-se no núcleo.
A Figura 1 representa esquematicamente os resultados obtidos na experiência.

Figura 1

16.1. O objetivo da experiência apresentada foi estabelecer o período do ciclo celular em que ocorre a
(A) replicação do material genético.
(B) biossíntese de proteínas.
(C) duplicação de centríolos.
(D) formação do fuso acromático.

16.2. A utilização de marcadores radioativos na experiência serviu para
(A) matar a célula, de modo a estudar as estruturas envolvidas no ciclo celular.
(B) aumentar a capacidade de incorporação de moléculas pela célula.
(C) seguir o percurso das moléculas marcadas dentro da célula.
(D) diminuir a velocidade com que o ciclo celular ocorre.

16.3. Se na experiência apresentada, fosse utilizado nucleótido de adenina radioativo em vez de timidina radioativa, os resultados seriam inconclusivos, porque o nucleótido
(A) de timina é o seu complementar.
(B) de adenina só existe no DNA.
(C) de adenina só existe no RNA.
(D) de adenina é comum ao RNA e ao DNA.

16.4. A utilização de células em diferentes fases do ciclo celular permite a validação dos resultados, se
(A) forem constantes a concentração de timidina radioativa e o tempo de exposição.
(B) for constante a concentração de timidina radioativa e for variável o tempo de exposição.
(C) for variável a concentração de timidina radioativa e for constante o tempo de exposição.
(D) forem variáveis a concentração de timidina radioativa e o tempo de exposição.

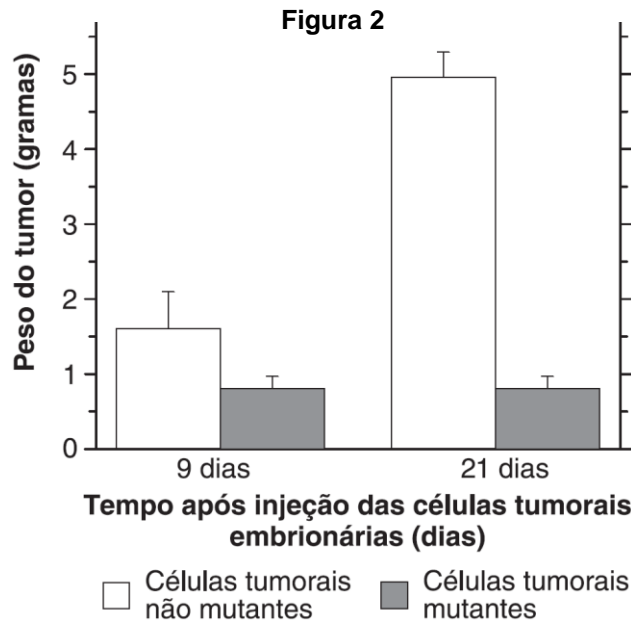
16.5. Relacione, tendo em conta os resultados obtidos na experiência apresentada, a incorporação de timidina no período S com o processo de divisão da célula por mitose.

17. Nas últimas décadas, têm sido realizadas numerosas investigações, com o objetivo de descobrir tratamentos eficazes contra os vários tipos de cancro.
A investigação que a seguir se descreve insere-se neste ramo de pesquisa e foi realizada por um grupo de cientistas em finais do séc. XX.
No interior dos tumores, a quantidade de oxigénio diminui, muitas vezes, para valores abaixo do normal, condição designada por hipoxia. Quando isto acontece, as células dos tumores desencadeiam uma resposta em que intervém uma proteína, HIF-1α, que ativa os mecanismos que possibilitam a produção de novos vasos sanguíneos no local.
Com o objetivo de averiguar a influência desta proteína no desenvolvimento de tumores, realizou-se a seguinte experiência:

- foram produzidas duas linhagens de células embrionárias tumorais:
  - uma linhagem não mutante, que apresenta a proteína HIF-1α funcional;
  - uma linhagem mutante, em que a proteína HIF-1α não é funcional;
- selecionaram-se dois grupos de ratos adultos:

- os ratos do grupo A receberam uma injeção de células tumorais mutantes;
  - os ratos do grupo B receberam uma injeção de células tumorais não mutantes;
- comparou-se o peso dos tumores originados nos dois grupos de ratos, nove dias e vinte e um dias após a injeção das células embrionárias.

O gráfico da Figura 2 representa os resultados obtidos.

Figura 2

17.1. Para que os resultados desta experiência permitam estabelecer conclusões válidas, os ratos do grupo A devem ter sido
(A) injetados com maior número de células tumorais do que os do grupo B.
(B) submetidos a um ambiente com mais oxigénio do que os do grupo B.
(C) selecionados com a mesma idade e o mesmo sexo que os do grupo B.
(D) injetados numa região corporal diferente da do grupo B.

17.2. Esta experiência permite testar a hipótese de que
(A) a inativação da proteína HIF-1α influencia o crescimento de tumores nos ratos.
(B) a proteína HIF-1α é inativada pelo decréscimo das pressões de oxigénio.
(C) a proteína HIF-1α é mais ativa em células embrionárias do que em células diferenciadas.
(D) a inativação da proteína HIF-1α afeta o crescimento de tumores em embriões de ratos.

17.3. Partindo dos resultados desta experiência, pode afirmar-se que
(A) a presença da proteína HIF-1α funcional é indispensável para que se originem tumores nos ratos.
(B) a ausência de funcionalidade da proteína HIF-1α limitou o crescimento dos tumores nos ratos.
(C) a formação de novos vasos sanguíneos foi o fator que impediu o crescimento dos tumores nos ratos.
(D) a quantidade de oxigénio disponível para as células tumorais impediu o aparecimento de tumores nos ratos.

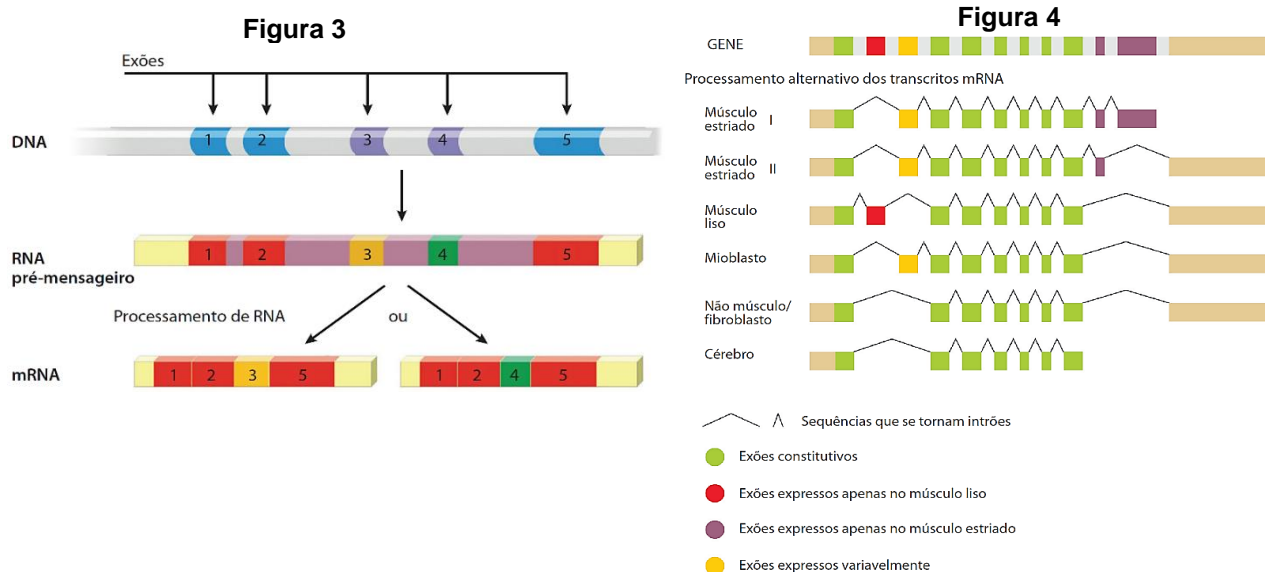
17.4. Quando as células tumorais são submetidas a condições de hipoxia, ocorre a ativação da proteína HIF-1α.
Explique, a partir da informação fornecida, de que modo a atuação desta proteína leva a um maior crescimento do tumor.

18. O património genético de todas as células vivas está inscrito no seu DNA.
Nos seres eucariontes, o RNA sintetizado sofre um processamento ou maturação antes de abandonar o núcleo. Durante este processo, diversas secções do RNA, inicialmente transcritas, são removidas. Estas porções são chamadas intrões. As porções não removidas — exões — ligam-se entre si, formando um mRNA maduro, que será traduzido numa proteína.

Todavia, entre o DNA e as proteínas esconde-se um outro código, o que explica que, apesar de o DNA humano não conter mais do que uma vintena de milhares de genes, as nossas células retirem dele informação para fabricar centenas de milhares de proteínas diferentes.

Na Figura 3, está representado um processamento alternativo em que são produzidas duas moléculas diferentes de mRNA a partir do mesmo gene. Este processamento obedece a regras de um código bem preciso, que era até há pouco tempo inimaginável.

A partir de uma mesma sequência de DNA, a célula pode produzir não um, mas mais de uma dezena de mRNA diferentes. Em cada tecido, a célula reconhece, na sequência de um primeiro intrão, a informação que nesse momento conduz à conservação ou à supressão do exão seguinte. Eis aqui uma nova forma de controlar o código da vida, que permite à célula saber como processar o RNA pré-mensageiro de acordo com o seu papel no organismo. É graças a este processo que as células se distinguem umas das outras e ajustam os seus comportamentos às circunstâncias.

Na Figura 4, está representada a produção de diferentes moléculas de mRNA a partir do mesmo gene, em diferentes tecidos. Assim, a partir de um único gene, o organismo é capaz de conceber diferentes proteínas cuja funcionalidade é específica.

18.1. Um codão é um tripleto de bases de

(A) DNA que codifica apenas um aminoácido.
(B) RNA que pode codificar mais do que um aminoácido.
(C) DNA que pode codificar mais do que um aminoácido.
(D) RNA que codifica apenas um aminoácido.

18.2. O processamento alternativo consiste na remoção

(A) apenas de intrões.
(B) apenas de exões.
(C) dos intrões e de alguns exões.
(D) dos exões e de alguns intrões.

18.3. Segundo o modelo do processamento alternativo, durante a diferenciação celular formam-se células diferentes, porque cada célula

(A) possui diferentes tipos de genes.
(B) pode expressar apenas genes diferentes.
(C) pode expressar de forma diferente os mesmos genes.
(D) possui um número diferente de genes.

18.4. Numa célula eucariótica, a sequência dos acontecimentos que conduzem à síntese de uma proteína é

(A) transcrição - processamento - ligação do mRNA aos ribossomas.
(B) processamento - ligação do mRNA aos ribossomas - transcrição.
(C) transcrição - ligação do mRNA aos ribossomas - processamento.
(D) processamento - transcrição - ligação do mRNA aos ribossomas.

18.5. Dada a sequência de nucleótidos 5' AATGCCTTG 3', pertencente a uma das cadeias de DNA, a sequência de nucleótidos da cadeia complementar é

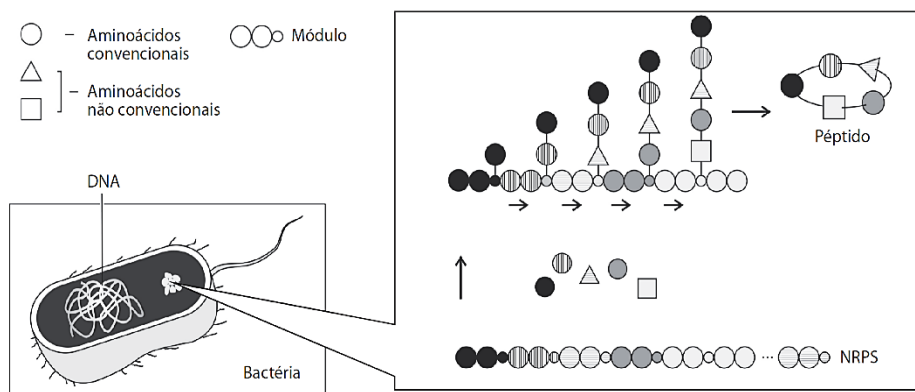
(A) 5' TTACGGAAC 3'.
(B) 3' TTACGGAAC 5'.
(C) 5' UUACGGAAC 3'.
(D) 3' UUACGGAAC 5'.

18.6. O percurso sequencial das proteínas, desde que são sintetizadas até à sua secreção pela célula, é
(A) complexo de Golgi — vesículas de exocitose — retículo endoplasmático rugoso.
(B) retículo endoplasmático rugoso — vesículas de exocitose — complexo de Golgi.
(C) complexo de Golgi — retículo endoplasmático rugoso — vesículas de exocitose.
(D) retículo endoplasmático rugoso — complexo de Golgi — vesículas de exocitose.

18.7. Explique de que modo o processo de inibição da transcrição de genes e o processamento alternativo contribuem para a diferenciação celular.

19. Descobriu-se recentemente que bactérias e fungos podem sintetizar antibióticos de natureza peptídica com forte proporção de aminoácidos não convencionais que os ribossomas são incapazes de incorporar nas proteínas.
A descoberta deste mecanismo ocorreu quando cientistas que trabalhavam na biossíntese de um antibiótico, a gramicidina S, observaram que os extratos celulares da bactéria que produz este antibiótico continuam a sintetizá-lo mesmo que se adicione uma enzima que destrói o RNA ou uma substância que impede a síntese proteica ao nível dos ribossomas. Descobriram que na síntese destes antibióticos estavam envolvidas enzimas de grandes dimensões, que designaram por sintetases de péptidos não ribossomais (NRPS).
No cromossoma bacteriano, são vários os genes que estão implicados na codificação de uma NRPS. Esta enzima é composta por vários módulos (em geral, uma dezena) ligados uns aos outros. Cada módulo é responsável pela incorporação específica de um dado aminoácido na cadeia polipeptídica em crescimento. Uma NRPS só catalisa a síntese de uma molécula bem definida, sendo a sucessão dos diferentes módulos o que determina a composição do produto, como se evidencia na Figura 5.
Em 1995, conseguiu-se trocar a ordem das sequências de DNA que codificam módulos inteiros de uma NRPS. Esta manipulação conduziu à síntese de uma nova enzima, que produziu péptidos inéditos. Também já foi possível transferir genes responsáveis pela síntese de NRPS da bactéria *Streptomyces lasaliensis* para a bactéria *Escherichia coli*. Esta última bactéria é a mais conhecida, a que se sabe manipular melhor e a que se utiliza para produzir moléculas em quantidades industriais.
Em 2002, quando pela primeira vez foi sequenciado o genoma de uma bactéria produtora de antibióticos, *Streptomyces coelicor*, descobriram-se vários genes correspondentes a NRPS, mas que não se exprimiam, isto é, fontes potenciais de NRPS responsáveis pela síntese de novos péptidos. Surge assim o desafio de tentar obter novas NRPS e de selecionar, do ponto de vista farmacológico, as mais interessantes.

Figura 5

Aminoácidos convencionais
Módulo
Aminoácidos não convencionais
DNA
Bactéria
Péptido
NRPS

19.1. A descoberta da atividade das NRPS foi possível quando se adicionaram aos extratos celulares das bactérias substâncias que impediram
(A) a tradução.
(B) a transcrição.
(C) a replicação.
(D) o processamento.

19.2. A informação genética necessária à codificação de um péptido não ribossómico encontra-se inscrita
(A) numa sequência específica de DNA.
(B) em várias NRPS.
(C) em várias sequências de DNA.
(D) numa NRPS específica.

19.3. Faça corresponder cada um dos polímeros existentes em fungos, expressos na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Polímero de ribonucleótidos resultante diretamente da transcrição. **(b)** Polímero de aminoácidos interveniente na transcrição. **(c)** Polímero de aminoácidos interveniente na replicação que ocorre no núcleo. **(d)** Polímero de desoxirribonucleótidos existente na mitocôndria. **(e)** Polímero de ribonucleótidos, com um local específico de ligação a um aminoácido.	**(1)** DNA **(2)** DNA polimerase **(3)** NRPS **(4)** RNA de transferência **(5)** RNA mensageiro **(6)** RNA polimerase **(7)** RNA pré-mensageiro **(8)** RNA ribossómico

19.4. Um dos modos de atuação da gramicidina S, como antibiótico, ocorre ao nível das proteínas membranares responsáveis pelo transporte ativo de iões Na^+ e K^+, interferindo na

(A) difusão destes iões através da bicamada fosfolipídica.
(B) difusão destes iões através de permeases.
(C) diferença de tonicidade entre o meio intracelular e o meio extracelular.
(D) manutenção da isotonia entre o meio intracelular e o meio extracelular.

19.5. A bactéria *Escherichia coli*, que vive no intestino do Homem, é um ser

(A) autotrófico, que obtém o alimento por ingestão.
(B) heterotrófico, que obtém o alimento por absorção.
(C) autotrófico, que obtém o alimento por absorção.
(D) heterotrófico, que obtém o alimento por ingestão.

19.6. A identificação de lactato num meio de cultura de *Escherichia coli* é indicadora de que nesta bactéria ocorreu um processo

(A) de fosforilação oxidativa de reduzido rendimento energético.
(B) de fosforilação oxidativa em que o aceitador final de eletrões é o oxigénio
(C) oxidativo de elevado rendimento energético.
(D) oxidativo em que o aceitador final de eletrões é o piruvato.

19.7. O aumento das doenças infeciosas resistentes aos antibióticos, como a tuberculose multirresistente, tem vindo a preocupar a comunidade científica internacional, que aposta cada vez mais em investigação biomédica.
Explique de que modo a sequenciação do genoma de *S. coelicor* e a utilização de *E. coli* podem contribuir para a produção de novos antibióticos.

20. Em 1961, Marshall Nirenberg e James Matthaei foram os autores do primeiro grande avanço na decifração do código genético. Nas suas experiências utilizaram extratos celulares da bactéria *Escherichia coli* e oligonucleótidos sintéticos, em vez de mRNA natural, como informação padrão para a síntese proteica.
Com o extrato celular de *E. coli*, preparou-se um sistema de reação completo, com todos os componentes necessários à síntese proteica, incluindo um RNA sintético formado apenas com nucleótidos de uracilo (poli-U). Foram realizados vários ensaios, nos quais se testou individualmente cada um dos 20 aminoácidos. Para tal, o aminoácido testado encontrava-se marcado radioativamente.
Na Tabela 1, está registada a incorporação nas proteínas, em diferentes condições experimentais, do aminoácido fenilalanina marcado radioativamente. Aos ensaios 2 e 4 não foram adicionados, respetivamente, poli-U e ATP. No ensaio 3 foram extraídos os ribossomas. Os ensaios 5 e 6 e os ensaios 7 e 8 continham, respetivamente, os antibióticos puromicina e cloranfenicol e as enzimas hidrolíticas RNAase e DNAase.
Noutras experiências, Nirenberg e Matthaei mostraram que a síntese de um péptido constituído por resíduos do aminoácido lisina estava dependente da adição de poli-A, um RNA formado apenas com nucleótidos de adenina, ao sistema de reação; o mesmo acontecia com a adição de poli-C, um RNA formado apenas com nucleótidos de citosina, que era específico para a síntese de um péptido constituído apenas pelo aminoácido prolina.
Gobind Khorana, agraciado com o Prémio Nobel da Fisiologia ou Medicina em 1968, tal como Marshall Nirenberg, realizou diversas experiências que contribuíram definitivamente para a decifração do código genético. A partir de polímeros de ribonucleótidos, de sequência conhecida, demonstrou que a repetição de dois nucleótidos alternados n

vezes, por exemplo (UC)n, contém informação necessária à síntese do péptido (ser-leu)$_n$, em que UCU codificava a incorporação do aminoácido serina e CUC codificava a incorporação do aminoácido leucina.

Tabela 2

Ensaio	Condições experimentais	Radioatividade emitida por mg de proteína por minutos
1	Sistema de reação completo	29600
2	Sistema de reação sem adição de poli-U	70
3	Sistema de reação sem ribossomas	52
4	Sistema de reação sem adição de ATP	83
5	Sistema de reação completo com adição de puromicina	7100
6	Sistema de reação completo com adição de clorafenicol	12550
7	Sistema de reação completo com adição de RNAase	120
8	Sistema de reação completo com adição de DNAase	27600

20.1. A etapa da síntese proteica evidenciada nas experiências de Nirenberg e Matthaei é designada por
(A) tradução.
(B) transcrição.
(C) replicação.
(D) processamento.

20.2. De acordo com os resultados registados na Tabela 2, a síntese de um péptido de fenilalanina é independente da presença
(A) ribossomas.
(B) ATP.
(C) DNA.
(D) poli-U.

20.3. As experiências de Gobind Khorana demonstraram que a informação utilizada diretamente na síntese de um péptido se encontra na sequência de conjuntos de
(A) três bases do DNA.
(B) três bases do RNA.
(C) duas bases do DNA.
(D) duas bases do RNA.

20.4. Os tRNA que transportam os aminoácidos fenilalanina e lisina apresentam, respetivamente, os anticodões
(A) UUU e AAA.
(B) AAA e TTT.
(C) TTT e AAA.
(D) AAA e UUU.

20.5. Mutantes de *E. coli* sem porinas – proteínas intrínsecas da membrana plasmática – são resistentes ao cloranfenicol, indiciando que a penetração desta substância na bactéria ocorre
(A) por intermédio de canais hidrófilos.
(B) com gasto de moléculas de ATP.
(C) contra o gradiente de concentração.
(D) através da bicamada fosfolipídica.

20.6. Estudos recentes mostram que a puromicina pode ser utilizada como agente antitumoral.
Explique, fazendo referência aos resultados registados na Tabela 2, por que razão a puromicina pode ser utilizável no tratamento de tumores.

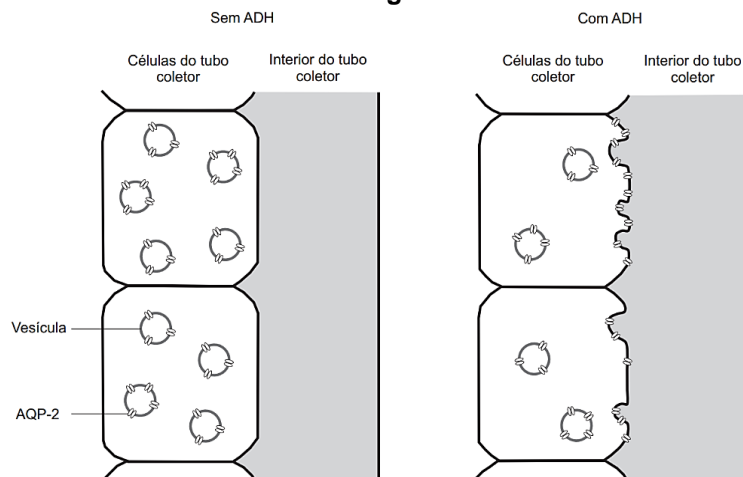
21. Nos mamíferos, a hormona antidiurética, ADH, liga-se a recetores na membrana das células epiteliais dos tubos coletores e desencadeia uma sequência de reações intracelulares de regulação das aquaporinas, AQP-2, proteínas membranares que intervêm no transporte da água.
No sentido de se perceber o efeito da ADH nas AQP-2, realizaram-se dois estudos.

Estudo 1

No primeiro estudo, pretendeu investigar-se o modo como a ADH intervém na regulação da permeabilidade dos tubos coletores.

Métodos e resultados

1 – Isolaram-se tubos coletores de um rim de rato.
2 – Utilizaram-se marcadores para localizar as AQP-2 nas células dos tubos coletores, em diferentes condições – sem ADH e com ADH.
Os resultados obtidos estão esquematizados na Figura 6.

Figura

Estudo 2

No segundo estudo, pretendeu investigar-se a influência da ADH na quantidade de AQP-2 nas células dos tubos coletores.

Métodos e resultados

1 – Utilizaram-se duas linhagens de ratos – ratos normais e ratos incapazes de produzir ADH.

2 – As duas linhagens de ratos foram submetidas a tratamentos com ADH e a tratamentos com moléculas antagonistas dos recetores de ADH (moléculas que bloqueiam o recetor).

3 – Os valores obtidos, relativos à quantidade de AQP-2 nas células, foram comparados com os valores de referência obtidos em ratos das duas linhagens não submetidos a qualquer tratamento.

Os resultados estão registados na Tabela 3.

Tabela 3

		Quantidade de AQP-2 nas células dos tubos coletores (unidades arbitrárias)	
		Ratos normais	Ratos que não produzem ADH
Sem tratamento	Valores de referência	1,0	0,5
Com tratamento	Com ADH	1,0	1,5
	Com um antagonista do recetor de ADH	0,5	0,5

21.1. Da análise dos resultados do primeiro estudo, podemos concluir que a hormona ADH intervém na

(A) produção de aquaporinas, aumentando a permeabilidade da membrana.

(B) inserção de aquaporinas na membrana, aumentando a sua permeabilidade.

(C) produção de aquaporinas, diminuindo a permeabilidade da membrana.

(D) inserção de aquaporinas na membrana, diminuindo a sua permeabilidade.

21.2. Indique os grupos de controlo do segundo estudo.

21.3. A partir da análise dos resultados do segundo estudo, pode inferir-se que

(A) a variação da quantidade de AQP-2 é semelhante nas duas linhagens de ratos quando tratadas com um antagonista do recetor de ADH.

(B) a ligação de ADH aos recetores da membrana altera a quantidade de AQP-2 nas células dos ratos normais.

(C) a quantidade de AQP-2 nas células depende exclusivamente da ligação de ADH às células-alvo nos tubos coletores.

(D) a utilização do antagonista do recetor de ADH não influencia a quantidade de AQP-2 nas células dos ratos incapazes de produzir ADH.

21.4. As aquaporinas são proteínas que

(A) atravessam a dupla camada fosfolipídica da membrana plasmática.

(B) interferem diretamente no transporte de substâncias por difusão simples.

(C) ocupam posições fixas ao longo da dupla camada fosfolipídica.

(D) participam em processos de transporte membranar não mediado.

21.5. A ingestão excessiva de sal numa refeição conduz

(A) à diminuição da produção de ADH.

(B) ao aumento da reabsorção de água.

(C) à diminuição da filtração glomerular.

(D) ao aumento da produção de urina.

21.6. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos que conduzem à síntese de AQP-2 e à sua posterior inserção na membrana plasmática.

A. Síntese de proteínas nos ribossomas associados ao retículo endoplasmático.

B. Fusão de vesículas golgianas com a membrana citoplasmática.

C. Síntese de uma molécula de RNA pré-mensageiro.

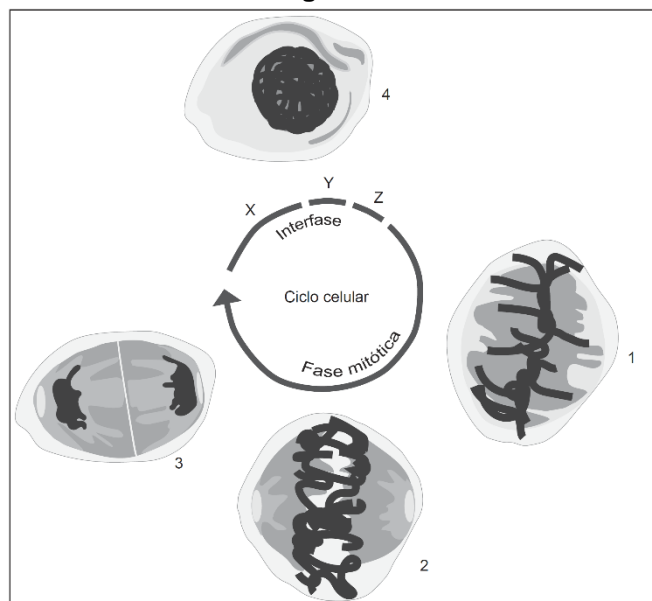
D. Modificações pós-traducionais ao nível do complexo de Golgi.

E. Migração de uma molécula de RNA mensageiro para o citoplasma.

21.7. Explique, tendo em conta os valores de referência das duas linhagens, em que medida os resultados obtidos para a linhagem de ratos que não produzem ADH permitem responder ao objetivo do segundo estudo.

22. O estudo do ciclo celular tem implicações práticas no campo da saúde humana. O cancro, por exemplo, é uma doença que resulta, entre outros aspetos, do facto de a célula perder o controlo da sua divisão.

As células possuem diversos mecanismos de regulação e de controlo do ciclo celular. A Figura 7 representa esquematicamente um ciclo celular, cujos mecanismos de regulação estão relacionados com determinados genes e com complexos proteicos citoplasmáticos, formados pela ligação de dois tipos de proteínas: as CDK e as ciclinas. Em todas as células eucarióticas, a progressão do ciclo celular é controlada pelas sucessivas ativação e inativação de diferentes complexos ciclina-CDK. A ativação e a inativação destes complexos estão dependentes da transcrição e da proteólise (lise proteica), respetivamente.

Figura 7

Nota — As letras **X**, **Y** e **Z** representam fases do ciclo celular e os números de **1** a **4** identificam células.

22.1. No ciclo representado, se a quantidade de DNA na fase X for Q, então as quantidades de DNA no núcleo da célula, na fase Z, e no núcleo de cada uma das células, no final da fase mitótica, serão, respetivamente,

(A) Q e 2Q.

(B) Q/2 e Q.

(C) 2Q e Q.

(D) Q e Q/2.

22.2. Refira a fase da mitose em que se encontra cada uma das células identificadas com os números **1** e **2** na Figura 7.

22.3. Na fase assinalada com a letra

(A) Z, ocorre a replicação conservativa do DNA.

(B) Z, ocorre a replicação semiconservativa do DNA.

(C) Y, ocorre a replicação conservativa do DNA.

(D) Y, ocorre a replicação semiconservativa do DNA.

22.4. As ciclinas são proteínas que determinam a progressão do ciclo celular. A ciclina B promove o desenvolvimento da fase mitótica, nomeadamente a desorganização do invólucro nuclear e a condensação dos cromossomas.
Caso a proteólise da ciclina B de determinada célula não aconteça, é de prever que
(A) a célula não consiga completar a mitose.
(B) se verifique uma paragem do ciclo celular no período S.
(C) não se formem complexos ciclina-CDK indutores de mitose.
(D) ocorra a reorganização do invólucro nuclear.

22.5. Explique de que modo a exposição a determinados tipos de radiação, como os raios UV, pode contribuir para o aumento da possibilidade de desenvolver cancro, considerando que algumas proteínas contribuem para o controlo do ciclo celular.

Unidade 6 – REPRODUÇÃO

1. Colocou-se a hipótese de um dado núcleo se ter dividido, inequivocamente, por meiose.
Faça corresponder **S** (sim) ou **N** (não) a cada uma das letras que identificam as afirmações seguintes, de acordo com a possibilidade de serem utilizadas como argumentos a favor da hipótese mencionada.
A — Ocorreu uma única divisão nuclear.
B — Ocorreu uma única replicação do material genético.
C — A divisão nuclear foi reducional.
D — Em metáfase, os cromossomas dispuseram-se em placa equatorial.
E — Os cromossomas homólogos emparelharam-se durante a profase.
F — Ocorreu a disjunção de cromatídeos.
G — Ocorreu replicação entre divisões consecutivas.
H — Formou-se uma tétrada cromatídica.

2. A maturidade sexual dos *guppies* (peixes) é assinalada pela capacidade de produção de gâmetas.
Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos que ocorrem durante o processo que conduz à produção das referidas células sexuais.
A. Ocorrência de *crossing-over*.
B. Formação de uma tétrada celular.
C. Separação dos cromossomas homólogos.
D. Replicação semiconservativa do DNA.
E. Ascensão polar dos cromatídeos irmãos.

3. Ordene as expressões identificadas pelas letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos na meiose.
A. Separação de bivalentes.
B. Troca recíproca de segmentos de cromatídeos.
C. Emparelhamento de cromossomas homólogos.
D. Divisão de centrómeros.
E. Formação de dois núcleos haploides.

4. Ordene as expressões identificadas pelas letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência cronológica de acontecimentos que ocorrem durante o ciclo de vida de *P. downsi*, cuja larva se alimenta de sangue. Inicie a ordenação pela etapa onde se produzem células diploides.
A. Deposição de ovos.
B. Meiose.
C. Fecundação.
D. Transformação em inseto adulto.
E. Ingestão de sangue.

5. Faça corresponder a cada uma das descrições relativas à reprodução, expressos na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Ocorre restauração do número de cromossomas característico da espécie. **(b)** Conduz à formação de células sexuais femininas e/ou masculinas. **(c)** A partir de um organismo unicelular, originam-se duas células semelhantes entre si. **(d)** Dá origem a novos organismos por desenvolvimento dos ovos, sem fecundação. **(e)** Envolve a produção, por mitose ou por meiose, de células reprodutoras haploides resistentes.	**(1)** Bipartição **(2)** Fragmentação **(3)** Fecundação **(4)** Gemulação **(5)** Esporulação **(6)** Gametogénese **(7)** Multiplicação vegetativa **(8)** Partenogénese

6. Faça corresponder cada uma das descrições relativas ao processo de produção de gâmetas pelos insetos, expressas na coluna **A**, à respetiva etapa da divisão nuclear, que consta na coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Os pontos de quiasma localizam-se no plano equatorial do fuso acrom9ático. **(b)** Os cromatídeos de cromossomas homólogos trocam segmentos entre si. **(c)** Os centrómeros dividem-se e os cromatídeos separam-se.	**(1)** Anáfase I **(2)** Anáfase II **(3)** Metáfase I **(4)** Metáfase II **(5)** Prófase I

7. Algumas espécies de *Daphnia* (pulga de água) reproduzem-se apenas por partenogénese, processo durante o qual não ocorre meiose. Noutras espécies, alternam períodos de reprodução assexuada com períodos de reprodução sexuada.
Classifique como verdadeira **(V)** ou falsa **(F)** cada uma das seguintes afirmações, relativas a processos da reprodução.
(A) A partenogénese é um processo de reprodução assexuada.
(B) A fecundação marca a passagem da fase diploide para a fase haploide.
(C) A mitose origina seres vivos geneticamente semelhantes ao progenitor.
(D) Na meiose, a redução do número de cromossomas ocorre na anáfase II.
(E) Durante a partenogénese, ocorre a fusão dos núcleos de óvulos e de espermatozoides.
(F) O *crossing-over* é um dos processos que contribuem para a variabilidade dos seres vivos.
(G) Durante a fecundação, ocorre recombinação genética.
(H) A reprodução por partenogénese permite o rápido crescimento de uma população.

8. O morangueiro *Fragaria vesca* é uma espécie diploide, que se pode reproduzir sexuadamente, por sementes, e assexuadamente. Os morangueiros que resultam da germinação de sementes são geneticamente _______ e cada um deles pode reproduzir-se assexuadamente por _______.
(A) diferentes … multiplicação vegetativa
(B) diferentes … esporulação
(C) idênticos … multiplicação vegetativa
(D) idênticos … esporulação

9. Em meios com poucos nutrientes, que exerçam uma pressão seletiva, as populações com vantagem competitiva são as que pertencem a espécies que apresentem formas
(A) haploides e se reproduzam assexuadamente.
(B) diploides e se reproduzam sexuadamente.
(C) haploides e se reproduzam sexuadamente.
(D) diploides e se reproduzam assexuadamente

10. Das batateiras trazidas para a Europa no séc. XVI, uma variedade foi introduzida na Irlanda e aí propagada por multiplicação vegetativa. Em meados do séc. XIX, um fungo, de nome *Phytophtora infestans*, destruiu quase toda a produção de batata naquele país.
Dos oito milhões de habitantes da ilha, um milhão morreu de fome e dois milhões foram obrigados a emigrar para os Estados Unidos da América.
Explique, partindo dos dados fornecidos, como se poderá justificar a elevada destruição das batateiras irlandesas pelo fungo *Phytophtora infestans*.

11. As leguminosas são plantas vasculares que excretam flavonoides e outras substâncias químicas para o solo. Estas excreções atraem bactérias fixadoras de nitrogénio* atmosférico que induzem na planta a formação de nódulos radiculares, onde as bactérias se alojam e se multiplicam. Os flavonoides também induzem a transcrição de genes *nod* das bactérias, cujos produtos participam na síntese de moléculas (fatores *nod*) responsáveis pela diferenciação dos nódulos radiculares. A fixação biológica do nitrogénio é catalisada pela nitrogenase, enzima facilmente danificada pela presença do oxigénio molecular. As plantas são incapazes de utilizar a forma elementar do nitrogénio, pelo que beneficiam com esta associação, fornecendo, por sua vez, às bactérias os nutrientes necessários à sua sobrevivência.
* De acordo com as normas IUPAC, o termo nitrogénio substitui o termo nitrogénio.

11.1. O nitrogénio captado pela bactéria é fixado sob a forma de ião amónio (NH_4^+), que rapidamente é convertido em
(A) ácidos gordos.
(B) glucose.
(C) celulose.
(D) aminoácidos.

11.2. A ação direta dos flavonoides induz na bactéria a síntese de
(A) DNA.
(B) RNA mensageiro.
(C) RNA pré-mensageiro.
(D) proteínas.

11.3. A distribuição dos nutrientes orgânicos às bactérias provoca
(A) aumento da pressão osmótica no floema.
(B) diminuição de fluxo de nutrientes ao longo do floema.
(C) saída de água do floema para o xilema radicular.
(D) entrada de água no floema a partir do xilema radicular.

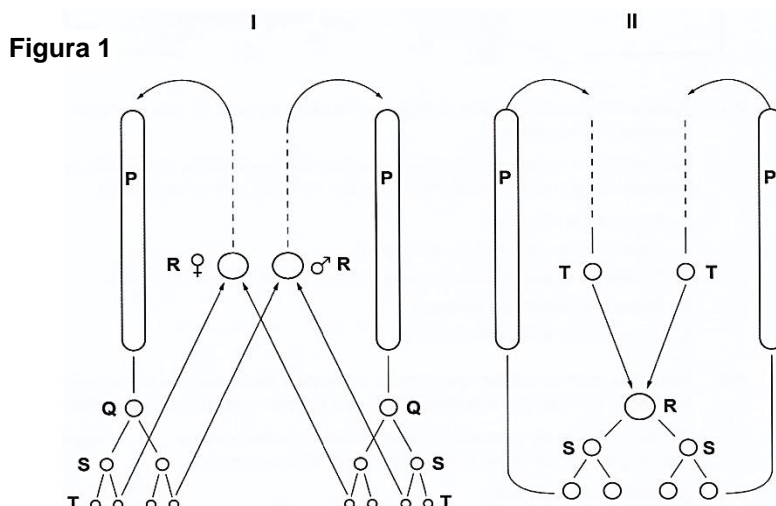
11.4. Os nódulos das raízes apresentam uma típica cor rosada devido à produção de uma forma de hemoglobina, denominada leg-hemoglobina, cuja função é
(A) evitar a acumulação de oxigénio livre.
(B) atrair bactérias fixadoras de nitrogénio.
(C) fornecer oxigénio para as reações anabólicas.
(D) oxidar a enzima nitrogenase.

11.5. Nas leguminosas, formam-se
(A) gâmetas por mitose, sendo o seu ciclo de vida diplonte.
(B) gâmetas por meiose, sendo o seu ciclo de vida haplodiplonte.
(C) esporos por mitose, sendo o seu ciclo de vida diplonte.
(D) esporos por meiose, sendo o seu ciclo de vida haplodiplonte.

11.6. Refira a designação do processo de reprodução preferencialmente utilizado pelas bactérias quando as condições ambientais são favoráveis.

11.7. Explique a importância dos seres autotróficos e dos seres quimioheterotróficos aeróbios na circulação de carbono num ecossistema terrestre.

12. A meiose e a fecundação são dois processos complementares na reprodução sexuada.
Os diagramas I e II da Figura 1 representam os ciclos de vida de duas espécies diferentes.

Figura 1

12.1. O ____ representa o ciclo de vida da gaivota, no qual a entidade adulta forma, por meiose, células representadas por ____.

(A) diagrama I [...] T
(B) diagrama I [...] R
(C) diagrama II [...] T
(D) diagrama II [...] R

12.2. As afirmações seguintes dizem respeito a características comuns aos ciclos de vida representados na Figura 1.

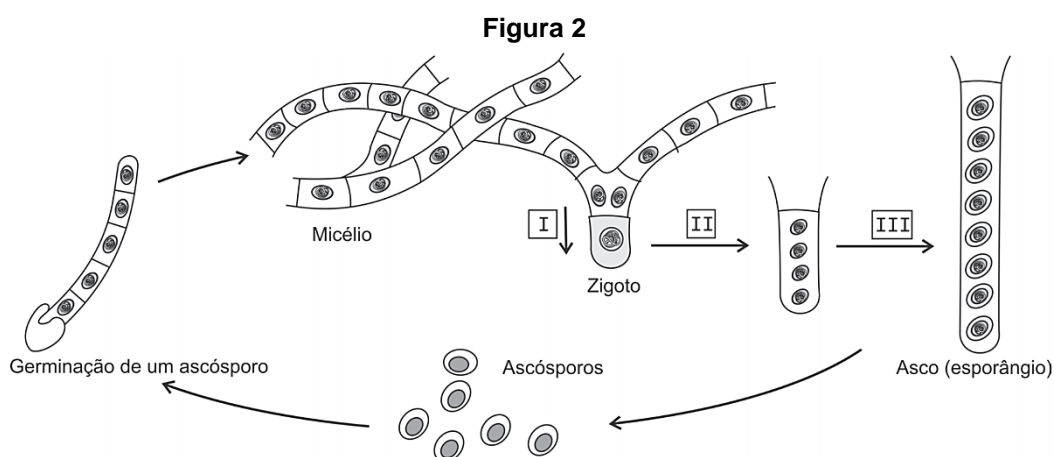
1. As entidades P pertencem à fase haploide.
2. Os gâmetas estão representados pelas entidades T.
3. Na formação das entidades R, ocorre a segregação dos cromossomas homólogos.

(A) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
(B) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(C) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(D) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.

12.3. Classifique como verdadeira **(V)** ou falsa **(F)** cada uma das afirmações seguintes, relativas aos fenómenos presentes nos ciclos de vida representados na Figura 1.

(A) Na entidade Q do ciclo I, estão presentes cromossomas homólogos.
(B) No ciclo I, de Q para S, ocorre redução do número de cromossomas.
(C) Em ambos os ciclos, a entidade P forma-se por mitose de células diploides.
(D) No ciclo I, de S para T, ocorre divisão do centrómero e disjunção dos cromatídeos.
(E) No ciclo I, imediatamente antes da formação de T, ocorre redução cromática.
(F) No ciclo II, a entidade S é consequência de uma divisão equacional.
(G) No ciclo II, as células T são geneticamente idênticas às células da entidade adulta.
(H) No ciclo II, de T para R, ocorre duplicação do número de cromossomas.

13. Os fungos pluricelulares são constituídos por hifas, que no seu conjunto formam um micélio.
A Figura 2 representa o ciclo de vida de um fungo pluricelular da classe Ascomycetes.

Figura 2

13.1. O ciclo de vida representado é

(A) haplonte com meiose pós-zigótica, sendo o micélio uma entidade haploide.
(B) haplonte com meiose pré-espórica, sendo o micélio uma entidade haploide.
(C) haplodiplonte com meiose pós-zigótica, sendo o micélio uma entidade diploide.
(D) haplodiplonte com meiose pré-espórica, sendo o micélio uma entidade diploide.

13.2. Relativamente ao ciclo de vida do fungo representado, verifica-se que

(A) o micélio é uma entidade cuja ploidia é diferente da dos ascósporos.
(B) o processo II envolve fenómenos de recombinação génica.
(C) as hifas resultantes da germinação dos ascósporos são geneticamente iguais.
(D) a germinação dos ascósporos é responsável pela alternância de fases nucleares.

14. O citrato ou ácido cítrico é usado pela indústria farmacêutica e pela indústria de alimentos e de bebidas. Desta forma, há um crescente interesse pela procura de soluções para a sua produção em larga escala, a partir de microrganismos.
Para que a extração de citrato seja comercialmente viável, foram estudadas as condições ideais de vários fatores que devem ser levados em consideração neste processo, como, por exemplo, os constituintes do meio de cultura, o pH, a

temperatura e o microrganismo utilizado. Foi também tido em consideração o facto de, em condições favoráveis, o fungo utilizado se reproduzir, predominantemente, por esporulação.
O citrato é um composto intermédio do ciclo de Krebs, sintetizado na mitocôndria. Quando a produção de energia nas células é elevada, o fungo *Aspergillus niger* é capaz de acumular o citrato, possibilitando a sua extração.
Com o objetivo de otimizar a produção de citrato em *Aspergillus niger*, foi estudada a influência da fonte de carbono nessa produção, nomeadamente, o tipo e a concentração dos glícidos. Para o efeito foi realizado o seguinte estudo experimental:
Adicionaram-se ao meio de cultura (polpa de citrinos seca — PC) glícidos comerciais como fonte de carbono: glucose (60, 120 e 240 g/L) e sacarose (54, 108 e 216 g/L). A mobilização dos substratos pelo *Aspergillus niger* decorreu durante 4 dias a 30 °C, pH 5,5 e humidade inicial de 65%, com adição de solução salina e de metanol a 4%.
O fungo possui a capacidade de hidrolisar a sacarose em moléculas de glucose e de frutose, por ação da enzima invertase extracelular (sacarase).
A Tabela 1 traduz a variação da produção de citrato pelo *Aspergillus niger*, em meio de cultura, com adição de diferentes fontes de carbono comerciais.

Tabela 1

Ensaio	Glícido	Concentração do glícido (g/L)	Produção de citrato (g/Kg de PC)
1	Glucose	60	387,3
2	Glucose	120	432,4
3	Glucose	240	426,7
4	Sacarose	54	371,3
5	Sacarose	108	410,5
6	Sacarose	216	476,1
7	Controlo	Controlo	373,2

14.1. O citrato é produzido pelo fungo *Aspergillus niger*, através de uma via de reações
(A) anabólicas, que ocorrem, sequencialmente, no citoplasma e na mitocôndria.
(B) catabólicas, que ocorrem, sequencialmente, no citoplasma e na mitocôndria.
(C) anabólicas, que ocorrem, sequencialmente, nos ribossomas e na mitocôndria.
(D) catabólicas, que ocorrem, sequencialmente, nos ribossomas e na mitocôndria.

14.2. Uma das variáveis em estudo, na situação experimental descrita, é
(A) a temperatura.
(B) o pH.
(C) a concentração de glícidos.
(D) a adição de metanol a 4%.

14.3. No ensaio 7, que serviu de controlo ao estudo experimental, utilizou-se meio de cultura
(A) com adição de glucose e com adição de sacarose.
(B) com adição de glucose e sem adição de sacarose.
(C) sem adição de glucose e com adição de sacarose.
(D) sem adição de glucose e sem adição de sacarose.

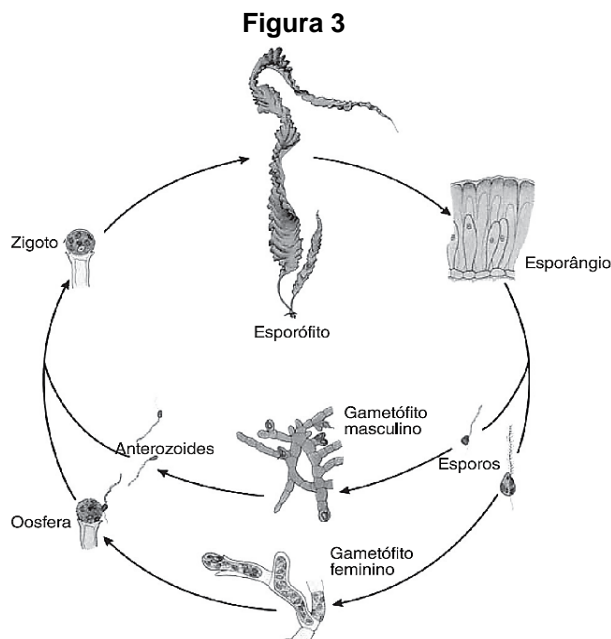
14.4. De acordo com os resultados obtidos, a produção de citrato
(A) diminui quando se utiliza glucose a partir de determinada concentração.
(B) é maior quando se utilizam concentrações de glucose superiores às de sacarose.
(C) aumenta acima de 50% sempre que se duplica a concentração de sacarose.
(D) é diretamente proporcional ao aumento de concentração de glucose.

14.5. Os fungos alimentam-se por
(A) ingestão, sendo a digestão intracelular.
(B) absorção, sendo a digestão intracorporal.
(C) ingestão, sendo a digestão extracelular.
(D) absorção, sendo a digestão extracorporal.

14.6. Na década de 50 do século XX, foi possível conhecer a biossíntese do citrato a partir da glucose.
Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos que permitem a obtenção de citrato produzido por *Aspergillus niger*.
A. Produção de citrato na mitocôndria.
B. Oxidação da glucose originando piruvato.
C. Hidrólise da sacarose pela invertase extracelular.
D. Extração de citrato.
E. Acumulação do citrato no ciclo de Krebs.

14.7. Em condições favoráveis, *Aspergillus niger* reproduz-se predominantemente por esporulação. Com o objetivo de aumentar a produção de citrato, submeteram-se esporos de *Aspergillus niger* a radiação UV, tendo sido selecionadas as estirpes pretendidas. Explique, considerando o tipo de reprodução predominante no fungo *Aspergillus niger* referido no texto, de que modo a radiação UV pode contribuir para o aumento de produção de citrato.

15. As Feófitas são algas castanhas macroscópicas, que apresentam dimensões muito variadas. Sendo um grupo maioritariamente marinho, com cerca de 1500 espécies, encontra-se geralmente próximo da superfície do mar. O talo das Feófitas diferencia-se em três partes: o disco de fixação, que lhes permite fixarem-se a um substrato, o estipe, cilíndrico e alongado, e a lâmina, que encima o estipe. Possuem como pigmentos fotossintéticos as clorofilas a e c, associadas a carotenoides, que lhes conferem a cor castanha. A parede celular contém fundamentalmente celulose, apresentando outras substâncias como a algina, utilizada no fabrico de doces, gelados e na indústria farmacêutica, tendo a laminarina como substância de reserva.
A maior das algas castanhas, *Macrocystis*, também denominada «sequoia dos mares», pode ultrapassar cem metros de comprimento. O crescimento de *Macrocystis* é assegurado pela atividade de uma região meristemática, localizada na junção do estipe com a lâmina. Esta alga não necessita de um mecanismo para o transporte interno de água. Contudo, precisa de conduzir glícidos das zonas superiores do talo, mais bem iluminadas, para as zonas mais profundas. O estipe possui cordões de células alongadas, que se assemelham ao floema, por apresentarem placas crivosas.
No ciclo de vida de outra Feófita, a *Laminaria*, representado na Figura 3, as fases haploide e diploide são perfeitamente distintas. A alga é o esporófito e, na sua superfície, desenvolvem-se esporângios, produtores de esporos. Estes originam gametófitos filamentosos e microscópicos, que produzem gâmetas, oosferas e anterozoides. Após a sua união, os zigotos desenvolvem-se em novas algas de *Laminaria*.

Figura 3

15.1. Na região meristemática do estipe de *Macrocystis*, encontra-se um grande número de células em divisão
(A) meiótica, responsável pela sobrevivência em condições desfavoráveis.
(B) meiótica, responsável pelo crescimento e pela renovação celular.
(C) mitótica, responsável pelo crescimento e pela renovação celular.
(D) mitótica, responsável pela sobrevivência em condições desfavoráveis.

15.2. No ciclo de vida de *Laminaria*, esquematizado na Figura 3, o processo que origina a variabilidade genética da descendência, através do *crossing-over*, ocorre na formação de ___, originando estes entidades ___ e pluricelulares.
(A) gâmetas ... diploides
(B) esporos ... haploides
(C) esporos ... diploides
(D) gâmetas ... haploides

15.3. As células do esporófito, no ciclo de vida de *Laminaria*, são geneticamente idênticas ao ______ e as células dos gametófitos _______ pares de cromossomas homólogos.
(A) esporo [...] apresentam
(B) zigoto [...] apresentam
(C) esporo [...] não apresentam
(D) zigoto [...] não apresentam

15.4. Na fase haploide do ciclo de vida de *Laminaria*,
(A) os gametófitos resultam da germinação de esporos diferentes.
(B) os gametófitos são entidades unicelulares que participam na fecundação.
(C) o esporófito é uma entidade pluricelular que forma esporângios.
(D) o esporófito origina esporos morfologicamente diferentes.

15.5. Relacione a existência de algas castanhas de grandes dimensões, como *Macrocystis*, com a presença de um estipe com células semelhantes às de um tecido de transporte presente nas plantas.

16. Em condições favoráveis, nos cogumelos, como na maioria dos fungos, todos os dias alguns esporos amadurecem e são libertados para o ar. Há, no entanto, fungos que frutificam debaixo de terra – as trufas.
A ocorrência de mutações nas trufas, ao longo de milhões de anos, permitiu a formação de compostos aromáticos que atraem os animais. Quando um animal come uma trufa, a maior parte da polpa é digerida, mas os esporos não.
Muitas espécies de fungos vivem associadas às raízes de plantas lenhosas, produzindo uma rede de filamentos, ou hifas, que crescem entre as raízes das plantas, formando um órgão compartilhado de absorção conhecido como ectomicorriza.
Na Figura 4, está representado o ciclo de vida de um cogumelo, um fungo pluricelular constituído por hifas, que, no seu conjunto, formam um micélio.

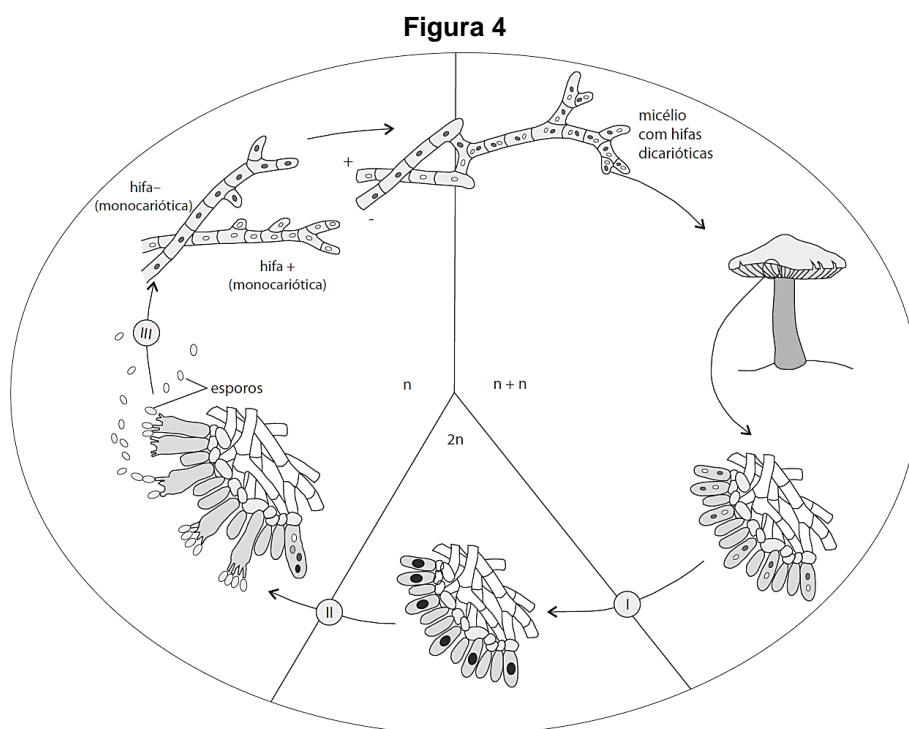



Figura 4

16.1. As trufas são seres
(A) eucariontes heterotróficos.
(B) eucariontes autotróficos.
(C) procariontes fotossintéticos.
(D) procariontes quimiossintéticos.

16.2. O ciclo de vida representado na Figura 4 é
(A) haplonte, com meiose pós-zigótica.
(B) haplonte, com meiose pré-espórica.
(C) haplodiplonte, com meiose pós-zigótica.
(D) haplodiplonte, com meiose pré-espórica

16.3. Relativamente ao ciclo de vida do fungo representado na Figura 4, verifica-se que
(A) a hifa + é uma entidade cuja ploidia é diferente da dos esporos.
(B) as hifas resultantes da germinação dos esporos são geneticamente iguais.
(C) o processo II envolve fenómenos de recombinação génica.
(D) a germinação dos esporos é responsável pela alternância de fases nucleares.

16.4. Ordene as frases identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica de acontecimentos envolvidos no processo III.
A. Ascensão polar dos cromatídeos irmãos.
B. Formação de duas células por citocinese.
C. Replicação semiconservativa do DNA.
D. Divisão do centrómero de cada cromossoma.
E. Alinhamento dos cromossomas no plano equatorial.

16.5. Explique de que modo, ao longo das gerações, as mutações referidas no texto têm contribuído para o sucesso reprodutivo das trufas.

17. A vespa *Dryocosmus kuriphilus*, originária da China, é uma das pragas mais prejudiciais do castanheiro, sendo atualmente considerada uma ameaça para os soutos[1] europeus, pois a população do inseto não é controlada de forma natural.
As fêmeas induzem a formação de galhas[2] na planta, possivelmente através de substâncias existentes na saliva. As galhas prejudicam o normal desenvolvimento vegetativo do castanheiro, quer através de uma diminuição do crescimento dos ramos, quer através do impedimento da formação de frutos, podendo conduzir à morte da planta.
Entre junho e julho, as fêmeas adultas depositam, no interior de gomos foliares, os ovos, que eclodem de 30 a 40 dias depois. As larvas desenvolvem-se lentamente durante o outono e o inverno. Na primavera, alimentam-se intensamente dos tecidos das galhas, durante 20 a 30 dias, e transformam-se em pupas. A nova geração de vespas, formadas por partenogénese, emerge entre maio e julho. O vento e o voo das fêmeas adultas contribuem para a dispersão da praga.
Existem, no entanto, algumas variedades de castanheiros resistentes, como, por exemplo, a resultante do cruzamento entre *Castanea sativa* e *Castanea crenata*. Nestas variedades, não há formação de galhas, as larvas dos insetos não se desenvolvem, e as folhas apenas apresentam leves deformações.
[1] Souto – cultura de castanheiros tendo por objetivo dominante a produção de fruto.
[2] Galhas – estruturas de proteção e alimentação das larvas de alguns insetos, formadas a partir da multiplicação de células dos tecidos vegetais.

17.1. O alastramento da praga do castanheiro na Europa deve-se principalmente à
(A) ausência de predadores do inseto.
(B) hibridação entre castanheiros.
(C) frequência de reprodução do inseto.
(D) dispersão rápida dos castanheiros.

17.2. As variedades resistentes de castanheiro resultam do cruzamento entre indivíduos _______ e apresentam _______ do que os progenitores.
(A) da mesma espécie … maior variabilidade
(B) de espécies diferentes … maior variabilidade
(C) de espécies diferentes … menor variabilidade
(D) da mesma espécie … menor variabilidade

17.3. No castanheiro, formam-se
(A) esporos por meiose, sendo o seu ciclo de vida haplodiplonte.
(B) gâmetas por mitose, sendo o seu ciclo de vida diplonte.
(C) gâmetas por meiose, sendo o seu ciclo de vida haplodiplonte.
(D) esporos por mitose, sendo o seu ciclo de vida diplonte.

17.4. Relativamente à progenitora, as novas vespas, que emergem entre maio e julho, têm
(A) o dobro do número de cromossomas.
(B) uma melhor adaptação ao ambiente.
(C) menor capacidade de reprodução.
(D) a mesma constituição genética.

17.5. A formação das diversas estruturas do inseto resulta da _______ que ocorre em células _______ da larva.
(A) alteração do genoma … indiferenciadas
(B) alteração do genoma … diferenciadas
(C) regulação da transcrição de genes … indiferenciadas
(D) regulação da transcrição de genes … diferenciadas

17.6. Na prófase da divisão nuclear que conduz à formação da larva, verifica-se
(A) emparelhamento dos homólogos.
(B) replicação das moléculas de DNA.
(C) condensação da cromatina.
(D) separação aleatória dos cromatídeos.

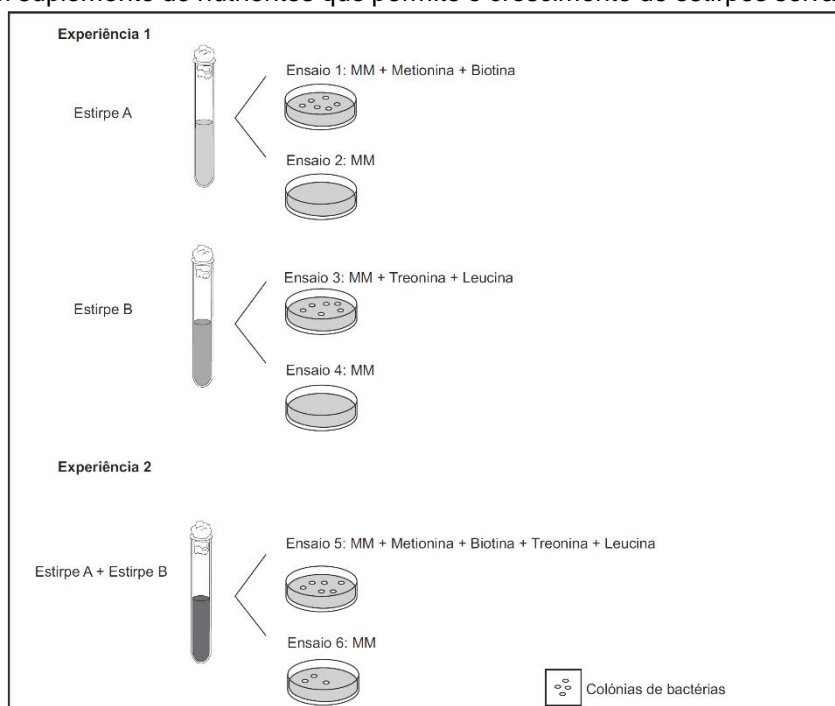
17.7. As substâncias utilizadas pelas larvas na sua alimentação são produzidas nas
(A) raízes e transportadas pelo xilema até às folhas.
(B) folhas e transportadas pelo floema até aos locais de consumo.
(C) raízes e transportadas pelo floema até às folhas.
(D) folhas e transportadas pelo xilema até aos locais de consumo.

17.8. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **F**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos, relativos ao ciclo de vida de *Dryocosmus kuriphilus*. Inicie a ordenação pela letra **A**.
A. Formação da larva.
B. Eclosão dos ovos durante o verão.
C. Desenvolvimento da pupa.
D. Produção de células germinativas.
E. Deposição de ovos em folhas.
F. Emergência do inseto adulto.

17.9. Relacione o grande número de espiráculos das larvas e a sua alimentação intensa, durante a primavera, com a emergência das vespas adultas.

18. Em 1946, Joshua Lederberg e Edward Tatum desenvolveram um estudo cujo objetivo era verificar se as bactérias seriam capazes de trocar material genético.
Numa primeira experiência, os investigadores fizeram crescer duas estirpes mutantes de *Escherichia coli* (estirpe A e estirpe B), que, para se desenvolverem em meio de cultura mínimo (MM)[1], necessitavam do fornecimento de determinados nutrientes, pois tinham defeitos na síntese de enzimas necessárias à biossíntese desses mesmos nutrientes. Os ensaios 1, 2, 3 e 4, cujos resultados estão representados na Experiência 1 da Figura 5, mostram o comportamento das estirpes A e B, em diversos meios de cultura.
Numa segunda experiência, os investigadores misturaram previamente as duas estirpes, durante algum tempo, em MM contendo os aminoácidos metionina, biotina, treonina e leucina, para que as duas estirpes se pudessem desenvolver. Seguidamente, fizeram crescer a cultura bacteriana em placas de Petri com dois meios distintos. Os ensaios 5 e 6, cujos resultados estão representados na Experiência 2 da Figura 5, mostram o comportamento das bactérias nos dois meios distintos.

Nota: [1]MM — meio sem suplemento de nutrientes que permite o crescimento de estirpes selvagens de *Escherichia coli*.

Figura 5

18.1. No estudo apresentado, a variável dependente é
(A) a alimentação fornecida.
(B) a espécie bacteriana.
(C) o crescimento de colónias.
(D) o meio de cultura mínimo.

18.2. Na Experiência 1, serviram de controlo os ensaios
(A) 1 e 3.
(B) 1 e 4.
(C) 2 e 3.
(D) 2 e 4.

18.3. De acordo com os dados do estudo apresentado,
(A) a estirpe A não é capaz de produzir metionina nem treonina.
(B) a estirpe A não é capaz de produzir leucina.
(C) a estirpe B não é capaz de produzir treonina nem leucina.
(D) a estirpe B não é capaz de produzir metionina.

18.4. As estirpes de *Escherichia coli* utilizadas no estudo apresentam modificações no _____ capazes de alterar a sequência dos ______ que constituem as enzimas necessárias à síntese dos nutrientes.
(A) RNA mensageiro ... aminoácidos
(B) RNA ribossómico ... nucleótidos
(C) RNA mensageiro ... nucleótidos
(D) RNA ribossómico ... aminoácidos

18.5. Explique de que modo os resultados obtidos nas duas experiências permitem responder ao objetivo do estudo apresentado.

Unidade 7 - EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

1. As características dos ribossomas e ______ das mitocôndrias são argumentos a favor do modelo _____ da evolução das células eucarióticas, a partir de células procarióticas.
(A) do DNA ... autogénico
(B) do DNA ... endossimbiótico
(C) das proteínas ... autogénico
(D) das proteínas ... endossimbiótico

2. Segundo o modelo endossimbiótico, os ancestrais dos cloroplastos e das mitocôndrias seriam, respetivamente, procariontes
(A) fotossintéticos e heterotróficos aeróbios.
(B) fotossintéticos e heterotróficos fermentativos.
(C) quimiossintéticos e heterotróficos fermentativos.
(D) quimiossintéticos e heterotróficos aeróbios.

3. Numa perspetiva evolutiva, relativamente aos seres coloniais, os seres pluricelulares apresentam
(A) maior taxa metabólica.
(B) maior diferenciação celular.
(C) menor organização celular.
(D) menor independência em relação ao meio.

4. A comparação de sequências de genes de seres vivos pode contribuir para a reconstrução de relações filogenéticas, que se constituem como argumentos
(A) bioquímicos, de acordo com o darwinismo.
(B) bioquímicos, de acordo com o neodarwinismo.
(C) citológicos, de acordo com o neodarwinismo.
(D) citológicos, de acordo com o neodarwinismo.

5. Segundo Darwin, numa população de rotíferos, a maior capacidade de sobrevivência da população às alterações ambientais resulta do equilíbrio dinâmico entre
(A) a variabilidade e a recombinação génica.
(B) as mutações e a recombinação génica.
(C) a variabilidade e a seleção natural.
(D) as mutações e a seleção natural.

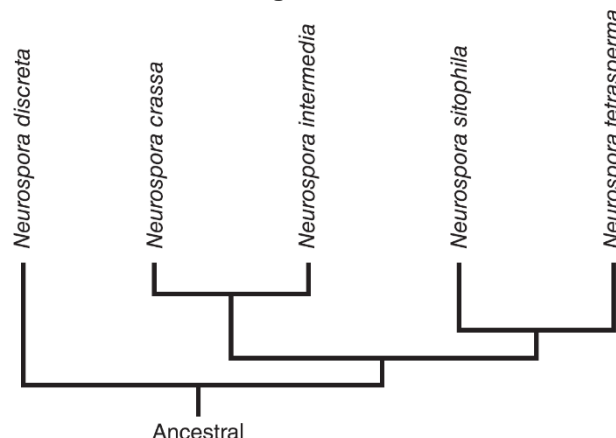
6. Em ambientes cársicos, as plantas sujeitas a idênticas pressões seletivas apresentam ______ estruturais que fundamentam a existência de processos de evolução _______.
(A) analogias [...] divergente
(B) homologias [...] convergente
(C) analogias [...] convergente
(D) homologias [...] divergente

7. As afirmações que se seguem dizem respeito à influência das alterações ambientais na biodiversidade ao longo da história da Terra, segundo uma perspetiva evolucionista.
1. Alterações ambientais bruscas podem ser responsáveis pela sobrevivência de alguns indivíduos de uma população.
2. Populações de uma mesma espécie sujeitas a condições ambientais distintas tendem a acumular, ao longo do tempo, características genéticas diferentes.
3. A homogeneidade genética de uma população aumenta a probabilidade de sobrevivência perante alterações bruscas do ambiente.
(A) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
(B) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(C) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.

8. A taxa de mutação de algumas bactérias pode variar grandemente, permitindo-lhes responder a situações de stresse ambiental. Numa perspetiva neodarwinista, a vantagem evolutiva de uma tal capacidade seria
(A) o aumento da probabilidade de surgirem mutações favoráveis no novo meio.
(B) a constituição de uma linhagem de clones em pouco tempo.
(C) a eliminação de conjuntos de genes desfavoráveis da população.
(D) o aumento da taxa de síntese proteica nessas bactérias.

9. O camelo possui duas fiadas de pestanas protetoras dos olhos, o que lhe permite resistir melhor às tempestades de areia. Numa perspetiva neodarwinista, o aparecimento desta característica deveu-se à
(A) seleção natural exercida sobre a espécie.
(B) adaptação individual à alteração ambiental.
(C) necessidade de sobreviver num ambiente adverso.
(D) ocorrência de mutações na população ancestral.

10. Desde há cerca de 80 anos que *Neurospora crassa* é um organismo-modelo dos mais importantes para a Biologia. A Figura 1 representa parte de uma árvore filogenética relativa ao género *Neurospora*, baseada em características de natureza evolutiva.

Figura 1

10.1. A análise da árvore filogenética representada na Figura 1 permite inferir que
(A) *Neurospora sitophila* deverá apresentar maior número de estruturas homólogas comuns com *Neurospora intermedia* do que com *Neurospora tetrasperma*.
(B) *Neurospora discreta* é a espécie de fungo mais recente, porque divergiu há mais tempo de um ancestral comum.
(C) *Neurospora crassa* e *Neurospora intermedia* são espécies que apresentam grande proximidade filogenética.
(D) *Neurospora tetrasperma* e *Neurospora sitophila* deverão apresentar elevado número de estruturas análogas comuns.

10.2. A indústria alimentar tem cada vez mais dificuldade em prevenir e erradicar a contaminação fúngica. Esta dificuldade tem levado progressivamente ao uso de fungicidas. No entanto, após anos de uso de fungicidas, constatou-se o aparecimento de fungos resistentes.
Numa perspetiva darwinista, a alteração da resistência aos fungicidas poderia ser explicada como resultante
(A) da existência, nos fungos, de genes selecionados pela aplicação continuada de fungicidas.
(B) do surgimento de fungos mutantes resistentes, após a aplicação continuada de fungicidas.
(C) da necessidade de adaptação individual dos fungos, em resposta à aplicação continuada de fungicidas.
(D) da sobrevivência diferencial dos fungos mais resistentes à aplicação continuada de fungicidas.

11. Explique, de acordo com a hipótese endossimbiótica, a presença de mitocôndrias nos seres unicelulares eucariontes atuais.

12. Explique o aparecimento da multicelularidade, tendo como ponto de partida o modelo endossimbiótico.

13. Os eucariontes, ao contrário dos procariontes, apresentam uma compartimentação de numerosos processos celulares, no interior de estruturas rodeadas por membranas. A origem de estruturas como, por exemplo, o invólucro nuclear e as mitocôndrias tem sido objeto de debate e várias hipóteses têm sido propostas.
Considere os seguintes factos:

- as mitocôndrias possuem DNA circular;
- existe continuidade morfológica e funcional entre a membrana plasmática e o invólucro nuclear.

Explique de que modo estes factos podem constituir argumentos:
• a favor do modelo autogénico;
• contra o modelo autogénico.

14. Segundo F. R. de la Fuente, nos desertos da Ásia e do Norte de África, não existem ratos-cangurus como os norte-americanos, mas sim, outros mamíferos que apresentam fortes semelhanças com estes, tais como:

- patas posteriores desproporcionalmente longas e uma cauda comprida, cuja extremidade apresenta um tufo de pelos, especialmente adaptada ao tipo de locomoção;
- estruturas anatómicas e fisiológicas que lhes permitem sobreviver em ambientes secos e quentes.

Explique de que modo estruturas anatómicas semelhantes podem aparecer em seres incluídos em grupos taxonómicos distintos.

15. Explique de que modo a formação de ilhas contribuiu para a diversificação de formas de vida na Terra.

16. No percurso evolutivo, surgiram plantas capazes de produzir inseticidas e fungicidas, que as protegem da ação das formigas. Em paralelo, as formigas evoluíram no sentido de detetarem muitos desses compostos, evitando utilizar as folhas das plantas que produzem essas substâncias.
Explique, do ponto de vista darwinista, o processo evolutivo das formigas cortadeiras que lhes permite, hoje, evitar utilizar folhas de plantas produtoras de inseticidas e de fungicidas.

17. Em consequência da ingestão de água salgada, as gaivotas fazem osmorregulação por excreção de sais.
Explique, à luz do Neodarwinismo, a evolução da capacidade de osmorregulação nas gaivotas.

18. *Crepis sancta* é uma planta herbácea espontânea que cresce frequentemente nos canteiros dos passeios, ambiente urbano com populações fragmentadas, muito distinto do ambiente campestre com populações não fragmentadas, de onde esta espécie é originária.
Foi observado que, uma vez instaladas, as populações urbanas de *Crepis sancta* passam a reproduzir-se essencialmente por autofecundação, dado que existem poucos insetos no ambiente urbano.
Esta espécie produz dois tipos de sementes: umas pequenas e plumosas, que se disseminam pelo vento, e outras maiores e pesadas, que caem junto da planta-mãe.
Durante o processo de dispersão, todas as plantas perdem estruturas de propagação, que se disseminam para locais onde não originam descendentes (custo de dispersão).
No sentido de compreender melhor o modo como as populações de *Crepis sancta* se adaptam aos ambientes alterados pela urbanização crescente, foram efetuados estudos sobre os seus processos de reprodução (Estudo I) e de dispersão (Estudo II).

ESTUDO I
Foram cultivados em estufa, separadamente e em condições semelhantes, grupos de plantas urbanas e de plantas campestres.
Verificou-se que, nestas condições, nenhum dos grupos recorreu à autofecundação.
Concluiu-se, assim, não ter havido uma evolução do processo reprodutivo ao nível da fecundação porque a predominância de autofecundação não foi conservada de uma geração para outra.

ESTUDO II
Foi demonstrado que, nos canteiros urbanos, as sementes leves têm menos 55% de possibilidades de germinarem, uma vez que caem sobre um substrato (alcatrão, cimento) que não lhes permite a germinação.
Foram cultivados em estufa, separadamente e em condições semelhantes, grupos de plantas com origem nos dois tipos de populações (urbanas e campestres) que, no período de floração, foram polinizadas por um inseto, *Bombus terrestris*.
Verificou-se que as plantas dos canteiros urbanos produziram um número de sementes pesadas significativamente maior.
Estimou-se, usando um método adequado, que as alterações verificadas nas populações urbanas se instalaram num prazo curto, de 5 a 12 gerações de seleção. Concluiu-se que, nas populações urbanas, o elevado custo de dispersão provocou uma adaptação no sentido da produção de um maior número de sementes pesadas, diminuindo a sua dispersão.

18.1. Classifique como verdadeira **(V)** ou falsa **(F)** cada uma das afirmações seguintes, relativas aos estudos efetuados com *Crepis sancta*.
(A) A quantificação das sementes de plantas urbanas e campestres foi feita em ambiente controlado.
(B) Em ambiente urbano, as sementes plumosas permitem maior sucesso reprodutivo.
(C) A produção de um maior número de sementes pesadas é resultado de um processo evolutivo.
(D) Em ambiente urbano, as sementes pesadas permitem maior taxa de germinação.
(E) A variabilidade genética dentro da população de cada canteiro aumenta em poucas gerações.
(F) A polinização cruzada é a estratégia reprodutiva predominante em ambiente urbano.
(G) Em ambiente campestre, o substrato permite a germinação dos dois tipos de sementes.
(H) A estratégia de sobrevivência em ambiente urbano resultou do elevado custo de dispersão.

18.2. O estudo II permite concluir, pela quantificação das sementes produzidas, que o meio ________ selecionou plantas com _______ capacidade de dispersão.
(A) urbano ... maior
(B) campestre ... maior
(C) urbano ... menor
(D) campestre ... menor

18.3. A tendência evolutiva para o aumento de produção de sementes pesadas tem permitido a sobrevivência das populações urbanas de *Crepis sancta*, mas pode conduzir ao desaparecimento destas populações.
Explique esta aparente contradição.

19. A aranha aquática, *Argyroneta aquatica*, é a única aranha que vive permanentemente debaixo de água, possuindo adaptações específicas para este modo de vida.
Usando pequenos «pelos» das patas e do abdómen, estas aranhas aprisionam bolhas de ar, que retiram da superfície da água, e constroem com seda uma membrana que permite o armazenamento do ar contido nas bolhas, constituindo um reservatório subaquático denominado sino de ar. A seda é produzida sob a forma de um líquido que contém uma proteína, a fibroína que, em contacto com o ar, solidifica.
Estes sinos de ar apresentam múltiplas funções: proteção contra predadores terrestres, local de acasalamento, ninho seguro para os ovos e para os juvenis e local para devorar as presas.
Uma questão que se colocou aos cientistas era se estes sinos de ar também permitiam às aranhas respirarem, visto que a membrana sedosa permite a difusão passiva de gases.
Para responder a esta questão e testar se as aranhas avaliam a qualidade do ar nos sinos, realizou-se um estudo em que se constituíram três grupos de aranhas, cujos sinos foram preenchidos por:

- oxigénio puro;
- dióxido de carbono puro;
- ar ambiente (como controlo).

As aranhas submetidas a dióxido de carbono puro reagiram mais intensamente do que as aranhas submetidas a oxigénio puro e a ar ambiente, emergindo mais frequentemente e construindo mais sinos de ar até que os níveis de oxigénio estivessem suficientemente elevados.

19.1. Com base nos resultados do estudo efetuado, pode supor-se que as aranhas aquáticas
(A) aumentam a frequência das trocas gasosas em ambientes saturados de oxigénio.
(B) detetam variações nos níveis de dióxido de carbono no interior dos sinos de ar.
(C) segregam mais fibroína quando submetidas a teores mais elevados de O_2 do que de CO_2.
(D) apresentam incapacidade de detetar a qualidade do ar no interior dos sinos.

19.2. Na aranha que tem o sino de ar preenchido por ar ambiente, é de esperar que, enquanto estiver imersa,
(A) decresça o teor de oxigénio no interior do sino de ar, devido ao seu consumo na respiração aeróbia.
(B) aumente o teor de dióxido de carbono no interior do sino de ar, permitindo uma crescente produção de ATP.
(C) aumente o teor de oxigénio no interior do sino de ar, permitindo uma crescente produção de ATP.
(D) decresça o teor de dióxido de carbono no interior do sino de ar, devido ao seu consumo na respiração aeróbia.

19.3. A síntese da fibroína a partir da informação de um gene implica a
(A) replicação semiconservativa da informação genética.
(B) transcrição do gene para moléculas de RNA de transferência.
(C) leitura aleatória do RNA mensageiro no citoplasma.
(D) tradução da sequência de codões do RNA mensageiro processado.

19.4. Ao utilizarem nutrientes resultantes da digestão das presas, as aranhas aquáticas produzem ATP através da
(A) oxidação de compostos orgânicos por via catabólica.
(B) redução de compostos orgânicos por via catabólica.
(C) oxidação de compostos orgânicos por via anabólica.
(D) redução de compostos orgânicos por via anabólica.

19.5. Segundo uma perspetiva
(A) darwinista, as aranhas capazes de construir sinos de ar apresentavam maior sucesso reprodutivo.
(B) lamarckista, entre as populações de aranhas ancestrais, apenas as que construíam sinos de ar puderam colonizar ambientes aquáticos.
(C) darwinista, por colonizarem ambientes aquáticos, as aranhas desenvolveram a capacidade de construir sinos ar.
(D) lamarckista, a sobrevivência das aranhas em meio aquático foi possível devido ao facto de terem existido aranhas com sinos de ar e outras sem sinos de ar.

20. Nos eucariontes, o DNA genómico forma um complexo com proteínas nucleares – a cromatina. Para que um gene seja transcrito, a cromatina deve sofrer uma reorganização.
Uma perturbação, ainda que transitória, pode repercutir-se no estado da cromatina, influenciando a expressão dos genes e, consequentemente, as características das células.
Trabalhos recentes revelaram que a manipulação do metabolismo pode influenciar o decurso da diferenciação celular. Observou-se em ratos de laboratório que o regime alimentar do progenitor modifica o metabolismo dos lípidos, nomeadamente do colesterol, da sua descendência. A análise molecular revelou que as mudanças metabólicas eram acompanhadas de modificações da cromatina nas regiões genómicas onde estão localizados os genes reguladores da biossíntese dos lípidos. Estas observações apoiam a ideia de que o regime alimentar influencia o estado da cromatina e a expressão dos genes transmissíveis às gerações seguintes.

20.1. Nos eucariontes, durante a transcrição, verifica-se
(A) a descodificação da informação genética nos ribossomas.
(B) a ligação entre bases complementares do mRNA e do rRNA.
(C) a transferência da informação genética para o pré-mRNA.
(D) a formação de moléculas de rRNA ao nível do citoplasma.

20.2. De acordo com os dados apresentados, o regime alimentar dos progenitores condicionou o metabolismo dos lípidos na descendência, ao alterar
(A) sequências nucleotídicas de genes nas células somáticas.
(B) o estado da cromatina de células germinativas.
(C) sequências nucleotídicas de genes nas células germinativas.
(D) o estado da cromatina de células somáticas.

20.3. Explique em que medida as observações efetuadas em ratos de laboratório permitem uma nova abordagem da teoria lamarckista da evolução.

21. Em 2012, um grupo de cientistas conseguiu produzir um par de bases nucleotídicas sintéticas, complementares entre si, diferentes das que se encontram na natureza. Em 2014, os mesmos cientistas adicionaram estas bases a um meio de cultura. Este meio de cultura foi inoculado com uma estirpe da bactéria *E. coli*, que expressa um transportador membranar capaz de incorporar estas bases nas células bacterianas.

Uma vez dentro da célula, as bases teriam de ser reconhecidas e aceites pelas enzimas que copiam o DNA e pelas enzimas envolvidas na transcrição dos genes. Os cientistas comprovaram que as bactérias se multiplicaram, sintetizaram cópias de DNA artificial com seis tipos de bases e, em 99,4% dos casos, transmitiram o novo par de bases à descendência.
Para que as bactérias identifiquem este novo código, os cientistas têm ainda de modificar os mecanismos de tradução, garantindo o reconhecimento das bases artificiais introduzidas nos ácidos nucleicos e a incorporação de aminoácidos sintéticos específicos nas proteínas, tornando, deste modo, possível a produção de proteínas inexistentes na natureza.

21.1. Os novos nucleótidos manterão a configuração em dupla hélice do DNA se tiverem
(A) bases nitrogenadas que se unam por ligações de hidrogénio.
(B) moléculas de desoxirribose que se liguem entre si.
(C) grupos fosfato unidos por ligações de hidrogénio.
(D) bases nitrogenadas ligadas a grupos fosfato.

21.2. A importação das bases artificiais para a célula ocorreu através _______, por meio de um mecanismo de transporte _______.
(A) da bicamada fosfolipídica … mediado
(B) da bicamada fosfolipídica … não mediado
(C) de proteínas … mediado
(D) de proteínas … não mediado

21.3. A incorporação de novas bases em *E. coli* conduziu à
(A) alteração dos mecanismos de tradução.
(B) formação de novos aminoácidos.
(C) alteração da expressão dos genes.
(D) formação de novas moléculas de DNA

21.4. Suponha que, no DNA da estirpe de *E. coli* resultante do estudo descrito, 23% dos nucleótidos são nucleótidos de timina e 25% são nucleótidos de citosina. A soma das percentagens das bases do novo par será de
(A) 52%.
(B) 26%.
(C) 4%.
(D) 2%.

21.5. O código genético ______ ambíguo, porque _______.
(A) é … um codão codifica sempre o mesmo aminoácido
(B) não é … um aminoácido é codificado apenas por um codão
(C) é … um aminoácido é codificado apenas por um codão
(D) não é … um codão codifica sempre o mesmo aminoácido

21.6. O processo apresentado no texto pode constituir um mecanismo de seleção artificial capaz de conduzir à evolução de *E. coli*.
Explique, numa perspetiva neodarwinista, como poderá ocorrer essa evolução.

22. Uma das estratégias utilizadas por plantas como as leguminosas na defesa contra os afídios[1] é a síntese de substâncias tóxicas. Estes metabolitos secundários[2], quando hidrossolúveis, são armazenados pelas plantas em vacúolos. Um exemplo de um metabolito secundário é o aminoácido L-canavanina, que se acumula sobretudo em sementes e que é estruturalmente semelhante ao aminoácido L-arginina. Nas plantas, a L-canavanina, contrariamente à L-arginina, não é incorporada nas proteínas.
Os organismos que consomem as sementes podem incorporar o aminoácido nas suas proteínas, no lugar da L-arginina, pois a enzima responsável pela ligação do aminoácido ao RNA de transferência não reconhece a diferença. Alguns insetos, no entanto, desenvolveram estratégias de defesa, pois conseguem metabolizar eficientemente estas moléculas em seu benefício ou evitar a sua incorporação nas proteínas.
Notas:
[1] afídios — insetos que se alimentam da seiva das plantas.
[2] metabolitos secundários — metabolitos que não são necessários para processos celulares essenciais.

22.1. Os tRNA que transportam a L-canavanina e a L-arginina têm
(A) os mesmos anticodões.
(B) diferentes tipos de estruturas.
(C) os mesmos codões.
(D) diferentes tipos de nucleótidos.

22.2. Refira a etapa da síntese proteica em que poderá ocorrer a incorporação da L-canavanina.

22.3. A incorporação da L-canavanina em polipéptidos pelos insetos originará

(A) proteínas que não podem incluir L-arginina.

(B) proteínas com uma estrutura modificada.

(C) proteínas com um maior número de aminoácidos.

(D) proteínas idênticas às proteínas com L-arginina.

22.4. Os afídios _____ a seiva que circula nos vasos _____ da planta.

(A) absorvem ... floémicos

(B) ingerem ... xilémicos

(C) absorvem ... xilémicos

(D) ingerem ... floémicos

22.5. Explique, do ponto de vista darwinista, de que modo o desenvolvimento das populações de insetos capazes de metabolizar o aminoácido L-canavanina foi influenciado pelo aparecimento das leguminosas.

23. Em 1995, dois paleontólogos chineses descobriram em rochas – fosforitos – da sequência estratigráfica superior da Formação de Doushantuo minúsculos fósseis de forma esférica, impecavelmente conservados que, após exame ao microscópio eletrónico, foram identificados como fósseis de seres coloniais do género *Volvox* – colónia de algas verdes unicelulares cujas células são haploides.

Estudos posteriores do mesmo estrato da sequência de Doushantuo permitiram identificar um segundo tipo de microfósseis esferoides como sendo semelhantes a fósseis de embriões de animais, uma vez que indiciam a existência de um padrão de divisão idêntico ao das primeiras fases de desenvolvimento dos embriões animais da atualidade. Estes fósseis, não sendo ainda de seres multicelulares, apresentam evidências para a diferenciação celular, com uma separação entre células reprodutoras (germinais) e soma (todo o organismo, exceto as células que desempenham função reprodutora).

A multicelularidade terá evoluído independentemente, a partir de ancestrais distintos, em diferentes grupos de seres, como algas verdes multicelulares, alguns fungos e animais. Para estabelecer uma filogenia exata, contudo, é necessária a recolha de mais dados.

23.1. Se fossem observadas, ao microscópio ótico, células dos dois tipos de organismos fossilizados encontrados, o que permitiria distingui-las seria a existência de

(A) parede celular nas células do primeiro tipo de organismos.

(B) vacúolos nas células do segundo tipo de organismos.

(C) cloroplastos nas células do segundo tipo de organismos.

(D) núcleo nas células do primeiro tipo de organismos.

23.2. A separação entre células germinais e células somáticas num organismo pressupõe a

(A) existência de genomas diferentes nas células.

(B) independência relativamente ao meio.

(C) regulação génica ao nível da transcrição.

(D) ocorrência de mutações génicas sequenciais.

23.3. Admitindo que as células germinais dos seres fossilizados descritos no texto se formariam pelo mesmo processo de divisão celular que origina os gâmetas dos animais, classifique as afirmações seguintes.

1. As células filhas teriam a mesma ploidia que a célula-mãe.
2. Ocorreriam fenómenos de recombinação génica.
3. Verificar-se-ia uma única divisão celular.

(A) II é verdadeira; I e III são falsas.

(B) I e III são verdadeiras; II é falsa.

(C) I e II são verdadeiras; III é falsa.

(D) III é verdadeira; I e II são falsas.

23.4. *Volvox* é uma colónia de seres que apresentam um ciclo de vida _______, com meiose _______.

(A) haplonte … pré-espórica

(B) haplonte … pós-zigótica

(C) haplodiplonte … pós-zigótica

(D) haplodiplonte … pré-espórica

23.5. Para o estabelecimento de relações filogenéticas entre os seres vivos referidos no texto, foram utilizados dados que podem ser considerados argumentos

(A) paleontológicos e bioquímicos.

(B) biogeográficos e bioquímicos.

(C) biogeográficos e citológicos.

(D) paleontológicos e citológicos.

23.6. Explique, tendo em conta os dados, porque se pode admitir o aparecimento da multicelularidade nos seres atuais a partir de diferentes ancestrais.

23.7. Refira três vantagens da multicelularidade.

Unidade 8
SISTEMÁTICA DOS SERES VIVOS

1. *Toxoplasma gondii* e *Sarcocystis sp*. pertencem à família *Sarcocystidae*. Todos os representantes desta família são parasitas intracelulares obrigatórios.
Toxoplasma gondii e *Sarcocystis sp*. são seres parasitas que pertencem à mesma _____, mas não ao mesmo _____.
(A) espécie ... género
(B) ordem ... género
(C) espécie ... filo
(D) ordem ... filo

2. *Antheraea yamamai* e *Antheraea pernyi* são produtores de fio de seda e pertencem
(A) ao mesmo género e à mesma família.
(B) ao mesmo género, mas não à mesma família.
(C) à mesma espécie e à mesma família.
(D) à mesma espécie, mas não ao mesmo género.

3. *Sturnus vulgaris* e *Sturnus unicolor* são nomes científicos de estorninhos, existentes em Portugal, que pertencem à
(A) mesma espécie e ao mesmo género.
(B) mesma família, mas não à mesma ordem.
(C) mesma espécie, mas não à mesma classe.
(D) mesma família e à mesma ordem.

4. Na designação *Alytes cisternasii*, o termo *Alytes* representa
(A) a espécie e *cisternasii* o restritivo específico.
(B) o nome genérico e *cisternasii* a espécie.
(C) a espécie e *cisternasii* o nome genérico.
(D) o nome genérico e *cisternasii* o restritivo específico.

5. *Populus alba*, *Populus tremula* e *Salix alba* são espécies que pertencem à família Salicaceae. As afirmações seguintes dizem respeito à sua taxonomia.
1. *Populus alba* e *Salix alba* pertencem ao mesmo género.
2. *Populus tremula* e *Salix alba* pertencem à mesma classe.
3. *Populus alba* e *Salix alba* têm maior número de taxa em comum do que *Salix alba* e *Populus tremula*.
(A) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
(B) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
(C) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.
(D) 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.

6. Segundo o sistema de classificação de Whittaker modificado, os mamíferos pertencem, inequivocamente, ao Reino Animalia por apresentarem
(A) mobilidade e nutrição por ingestão.
(B) diferenciação tecidular elevada e heterotrofia.
(C) células eucarióticas e nutrição por absorção.
(D) multicelularidade e tecidos especializados.

7. *E. coli* é uma bactéria que pode ser encontrada no intestino do homem. De acordo com o sistema de classificação de Whittaker modificado, *E. coli* deve ser integrada no reino ______, pois é um organismo _______.
(A) Monera ... unicelular
(B) Protista ... unicelular
(C) Monera ... procarionte
(D) Protista ... procarionte

8. As bactérias do género *Escherichia* que vivem no intestino do Homem são
(A) eucariontes e heterotróficas por absorção.
(B) procariontes e heterotróficas por ingestão.
(C) procariontes e heterotróficas por absorção.
(D) eucariontes e heterotróficas por ingestão.

9. O parasita introduzido na circulação sanguínea pelo mosquito *Anopheles gambiae*, sendo em protozoário, é um ser
(A) unicelular procarionte.
(B) multicelular procarionte.
(C) unicelular eucarionte.
(D) multicelular eucarionte.

10. De acordo com o sistema de classificação de Whittaker modificado, todos os protistas
(A) são heterotróficos.
(B) apresentam elevada diferenciação celular.
(C) apresentam organização celular eucariótica.
(D) são microconsumidores.

11. Bactérias e plantas têm em comum

(A) a composição química da parede celular.

(B) a composição química do DNA.

(C) a presença de membrana celular e de mitocôndrias.

(D) a presença de cloroplastos e de ribossomas.

12. Segundo o sistema de classificação de Whittaker modificado, as algas verdes e as plantas pertencem a reinos diferentes pelo facto de não apresentarem o mesmo

(A) nível de organização celular.

(B) modo de nutrição.

(C) grau de diferenciação.

(D) tipo de interação nos ecossistemas.

13. Segundo a classificação de Whittaker modificada (1979), *Candida albicans* pertence ao reino Fungi e é um ser

(A) procarionte fotossintético.

(B) procarionte quimiossintético.

(C) eucarionte heterotrófico.

(D) eucarionte autotrófico.

14. Quanto ao modo de interação nos ecossistemas, as microalgas são

(A) eucariontes.

(B) produtores.

(C) unicelulares.

(D) microconsumidores.

15. A proposta de um sistema de classificação dos seres vivos em três domínios (Bacteria, Archaea e Eukarya), como alternativa ao sistema de classificação de Whittaker modificado, baseia-se no facto de

(A) haver maior diversidade nos eucariontes do que nos procariontes.

(B) existirem diferenças significativas entre os dois grupos de procariontes.

(C) as bactérias serem um grupo ancestral de todos os outros seres.

(D) os eucariontes terem características celulares diferentes das dos outros seres.

16. Faça corresponder, de acordo com o sistema de classificação de Whittaker modificado, cada um dos tipos de seres vivos, expressos na coluna **A**, ao reino em que ele se pode incluir, que consta da coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Eucarionte unicelular fotossintético, **(b)** Ser vivo pluricelular com digestão extracorporal. **(c)** Organismo aeróbio com DNA disperso no citoplasma.	**(1)** Animalia **(2)** Fungi **(3)** Monera **(4)** Plantae **(5)** Protista

17. As afirmações seguintes dizem respeito ao metabolismo de bactérias quimioautotróficas.

1. As bactérias que obtêm energia através da oxidação de substâncias inorgânicas são quimioautotróficas.
2. As bactérias quimioautotróficas utilizam carbono orgânico como principal fonte de carbono.
3. As bactérias quimioautotróficas incorporam dióxido de carbono para a síntese de moléculas orgânicas.

(A) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.

(B) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.

(C) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.

(D) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.

18. Mencione três diferenças entre os peixes e as bactérias endossimbióticas que se alimentam de nutrientes existentes nesses peixes, tendo em conta os critérios do sistema de classificação de Whittaker modificado.
Na sua resposta, indique o critério que está a considerar e as respetivas características dos seres mencionados.

19. A Figura 1 representa uma árvore filogenética relativa a grupos de seres fotoautotróficos, construída a partir da análise dos pigmentos fotossintéticos presentes em cada grupo.

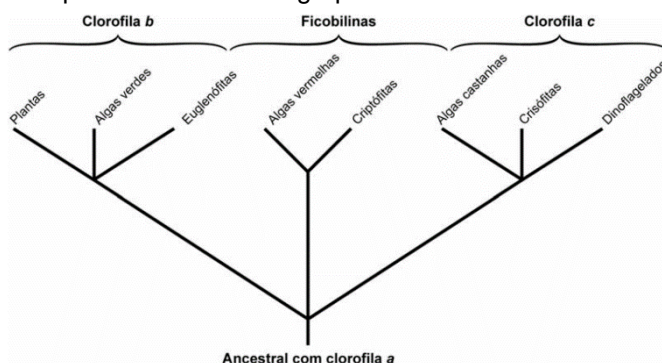



Figura 1

19.1. O diagrama da Figura 1 representa um sistema de classificação _____ definido com base em argumentos ____.
(A) vertical ... citológicos
(B) horizontal ... citológicos
(C) vertical ... bioquímicos
(D) horizontal ... bioquímicos

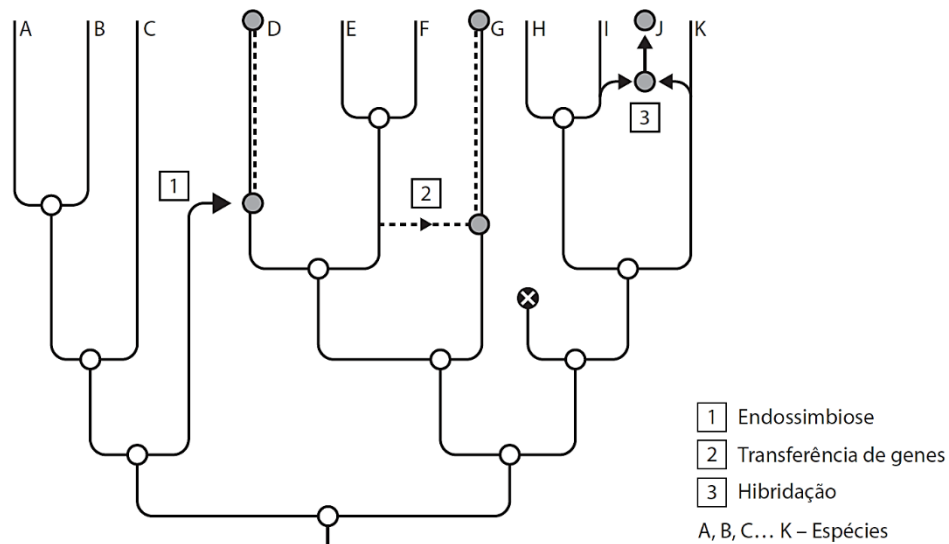
19.2. As plantas são os seres filogeneticamente mais próximos das algas ____ uma vez que ambas possuem _____.
(A) verdes [...] clorofila *a*
(B) verdes [...] clorofila *b*
(C) castanhas [...] clorofila *b*
(D) castanhas [...] clorofila *a*

19.3. O sistema de classificação de Whittaker modificado, apresentado em 1979, mantém os cinco reinos e reforça a perspetiva evolutiva.
Segundo o sistema de classificação de Whittaker modificado
(A) o reino das Plantas compreende todos os organismos pluricelulares com autotrofia.
(B) os organismos procariontes com heterotrofia por absorção pertencem a um reino cuja pluricelularidade é obrigatória.
(C) o reino Animal compreende todos os organismos heterotróficos com ingestão.
(D) os organismos multicelulares autotróficos estão incluídos em dois reinos distintos, tendo em conta a diferenciação tecidular.

20. Os fungos, por absorverem os nutrientes da pasta vegetal, são seres
(A) fotoheterotróficos e microconsumidores.
(B) fotoautotróficos e produtores.
(C) quimioheterotróficos e microconsumidores.
(D) quimioautotróficos e produtores.

21. Os microrganismos são agentes fundamentais para a decomposição da matéria orgânica nos ecossistemas.
Explique a importância das bactérias heterotróficas no processo de decomposição da matéria orgânica, nos ecossistemas naturais.

22. A representação da história evolutiva dos seres vivos pode aparecer sob a forma de árvores filogenéticas. A árvore representada na Figura 2 mostra a formação de novos *taxa*, que implicam a fusão de materiais genéticos provenientes de espécies diferentes, através de fenómenos como a endossimbiose, a hibridação e a transferência de genes. Por exemplo, a maior parte das plantas com flor evoluiu a partir de cruzamentos entre espécies diferentes (hibridação); algumas bactérias possuem genes de vírus que as infetaram; genes de uma bactéria podem circular para outra, através de pontes celulares (transferências horizontais de genes).
Elysia chlorotica, animal marinho do filo dos moluscos, consome uma alga cujos cloroplastos conserva apenas durante dez meses. A maior parte das proteínas destes cloroplastos é codificada por genes que se encontram no genoma nuclear da alga. O núcleo das células do molusco adquiriu alguns destes genes. Assim, para que os cloroplastos neste molusco se possam manter funcionais, têm de contar com proteínas que são codificadas pelo genoma do molusco, permitindo, desta forma, a síntese de clorofila. *Elysia chlorotica* transforma-se num «vegetal transitório».
Lynn Margulis afirmava que certas partes das células eucarióticas são, de facto, bactérias. As células de numerosos eucariontes contêm bactérias, por vezes de várias espécies, que são transmitidas através das divisões celulares.
Estes exemplos permitem inferir que a simbiose é uma das forças primárias da evolução, dando origem a fusões de genomas e ao aparecimento de novas espécies (simbiogénese). Esta possibilidade de evolução por fusão constitui um novo mecanismo que se junta aos restantes mecanismos que constituem a teoria neodarwinista, com implicações quer no aparecimento de novas espécies, quer no ritmo da evolução biológica. Na realidade, a evolução por fusão e a evolução por divergência não se excluem: são ambas mecanismos de inovação biológica, criando uma diversidade sobre a qual atua a seleção natural.

Figura 2

22.1. A representação da filogenia através de árvores pode basear-se em caracteres
(A) homólogos que resultam de pressões seletivas diferentes.
(B) homólogos que resultam de pressões seletivas semelhantes.
(C) análogos que resultam de pressões seletivas diferentes.
(D) análogos que resultam de pressões seletivas semelhantes.

22.2. Na Figura 2, as bifurcações significam que
(A) membros de duas espécies diferentes podem cruzar-se livremente na natureza.
(B) é sempre possível uma convergência num grupo filogenético.
(C) se verificam fenómenos de convergência e de divergência ao longo da evolução.
(D) espécies com características diferentes partilham planos anatómicos semelhantes.

22.3. A análise da Figura 2 permite-nos afirmar que
(A) as espécies D e K apresentam um ancestral comum mais recente do que as espécies A e C.
(B) a espécie D partilha mais informação genética com a espécie E do que com a espécie B.
(C) a espécie J partilha mais informação genética com a espécie G do que com a espécie K.
(D) as espécies G e I apresentam um ancestral comum mais recente do que as espécies A e B.

22.4. De acordo com uma interpretação darwinista, *Elysia chlorotica*
(A) adquire cloroplastos, pela necessidade de produzir alimento.
(B) produz matéria orgânica, por possuir cloroplastos.
(C) realiza a fotossíntese, em cloroplastos, por indução do meio ambiente.
(D) perde os cloroplastos, por deixar de realizar a fotossíntese.

22.5. O molusco marinho *Elysia chlorotica*
(A) produz pigmentos fotossintéticos a partir do genoma do cloroplasto.
(B) metaboliza compostos orgânicos que a alga produz depois de ingerida.
(C) utiliza temporariamente matéria inorgânica como fonte de carbono.
(D) mantém a capacidade fotossintética depois de ter perdido os cloroplastos.

22.6. Segundo Lynn Margulis, a rápida aquisição de novas funções provenientes de espécies filogeneticamente distantes pode relacionar-se com
(A) combinações genéticas resultantes da fusão de gâmetas.
(B) genomas resultantes da fusão de células somáticas.
(C) pressões seletivas do meio ambiente.
(D) processos de reprodução assexuada.

22.7. Explique em que medida a simbiogénese, perante um ambiente em mudança, constitui um mecanismo evolutivo complementar dos mecanismos reconhecidos pela teoria neodarwinista.

RESOLUÇÕES
Tema I — A GEOLOGIA, OS GEÓLOGOS E OS SEUS MÉTODOS

1. Resposta: **A, D, E, C, B**

2. Resposta **(B)**
Os arenitos são rochas sedimentares consolidadas, pelo que só se formam como resultado da diagénese — compactação seguida de cimentação.

3. Resposta **(A)**
De acordo com o Princípio do Uniformitarismo, as alterações que ocorrem na Terra são lentas, graduais e cíclicas ao longo do tempo. Por contrário, o princípio do Catastrofismo defende que as alterações na Terra resultaram de fenómenos rápidos, violentos e esporádicos.

4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- Em ambiente aquático (hidrosfera), os primeiros seres fotossintéticos libertaram oxigénio;
- o oxigénio libertado acumulou-se na atmosfera, permitindo a formação da camada de ozono;
- uma vez que a camada de ozono filtra as radiações ultravioleta, nocivas à vida, os seres vivos puderam, então, colonizar o meio terrestre.

5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- o contacto com o gelo conduz a um abaixamento de temperatura das águas oceânicas (hidrosfera);
- a baixa temperatura das águas aumenta a quantidade de oxigénio dissolvido, o que contribui para a maior concentração de seres vivos (biosfera) nessas zonas.

Tema II — A TERRA, UM PLANETA MUITO ESPECIAL

1. Resposta **(C)**
Se todos os planetas do Sistema Solar apresentam movimentos em torno do Sol (translação) no mesmo sentido, então é provável que se tenham formado a partir de uma massa em rotação.

2. Resposta **(C)**
A Lua não apresenta atmosfera que permita processos de meteorização pela água e pelo vento, pelo que a formação de rochas sedimentares será insipiente; as rochas metamórficas existentes formam-se devido ao impacto de meteoritos; as rochas magmáticas, formadas quando o planeta apresentava geodinâmica externa, são as rochas predominantes; a face da Lua virada para a Terra apresenta menor densidade de crateras de impacto.

3. Resposta **(A)**
Se tivesse ocorrido atividade geológica ter-se-iam formado novos minerais, novas rochas, o que mascararia a idade inicial do astro e, portanto, do Sistema Solar. O mesmo aconteceria se a amostra tivesse sofrido contaminação posterior. Por exemplo, um meteorito recolhido muito tempo após a sua queda apresentará, muito provavelmente, contaminação isotópica dos materiais existentes no local da queda, o que dificultará a sua datação absoluta.

4. Resposta **(B)**
O período de semivida de um isótopo instável (isótopo-pai) corresponde ao tempo necessário à transformação de 50% desse isótopo num isótopo estável (isótopo-filho). São necessários 9 Ma para que 50% da quantidade de háfnio se transforme em tungsténio. São necessários mais 9 Ma para que metade dos 50% restantes de háfnio (ou seja 25%) se transforme em tungsténio. Sendo assim, o tempo necessário para a desintegração de 75% de háfnio são 18 Ma.

5. Resposta **(D)**
Aplica-se o mesmo raciocínio do item anterior. Se o isótopo de urânio ^{238}U tem uma semivida de aproximadamente 4500 Ma, então serão necessários 4500 Ma para a rocha apresentar 50% de urânio ^{238}U.

6. Resposta: Verdadeiras – **A, C, E, H**; Falsas – **B, D, F, G**.

7. Resposta: **(a)- (1); (b) – (4); (c) – (8); (d) – (5); (e) – (6)**

8. Resposta **(A)**
A individualização do núcleo terrestre resultou de um processo de separação dos materiais devido à sua densidade (diferenciação), ou seja, a separação gravítica fez acumular no centro do planeta os elementos de densidade mais elevada.

9. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a ausência de atmosfera e de hidrosfera na Lua faz com que não haja uma erosão significativa da superfície lunar, preservando-se as crateras de impacto antigas;
• como a Lua é um planeta geologicamente morto, a ausência de atividade vulcânica/atividade geológica interna não renova a superfície e mantém as crateras de impacto desde a sua formação.

10. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• no passado, a queda de meteoritos e a perda de gases menos densos eram fenómenos que ocorriam em quantidades significativas;
• atualmente, embora a queda de meteoritos e a perda de gases ocorram, o seu significado é menor, relativamente à massa total do planeta;
• tendo sido considerado um sistema aberto no passado, hoje o planeta Terra é considerado um sistema fechado, uma vez que se considera que só a troca de energia é significativa.

11. Resposta: **B, D, C, A, E**

12. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a face oculta da Lua apresenta evidências de impacto meteorítico mais intenso do que a face visível;
• a maior dimensão da Terra provoca um efeito de escudo protetor relativamente à face visível da Lua;
• como os períodos de translação e de rotação da Lua são iguais, esta apresenta sempre a mesma face voltada para a Terra.

13.1. Resposta **(C)**
Não se pode estabelecer uma relação direta entre a massa dos planetas e a massa das estrelas (comparar, por exemplo, Marte com o planeta b do sistema HD 85512). Não é fornecida informação sobre a densidade das estrelas. De acordo com a informação fornecida no texto, a estrela HD 85512 é mais pequena e mais fria do que o Sol, irradiando, portanto, menos energia; verifica-se que a «zona habitável» se relaciona também com a distância dos planetas à estrela.

13.2. Resposta **(B)**
Para que um planeta seja habitável (à luz do que se conhece hoje) terá de possuir água no estado líquido na sua superfície. Como Júpiter está muito afastado do Sol, as suas temperaturas serão muito baixas não permitindo a existência de água no estado líquido; Mercúrio está muito próximo do Sol e as elevadas temperaturas provocariam a evaporação da água.

13.3. Resposta: **B, D, E, C, A**

13.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• uma vez que os planetas apresentam dinâmica interna ocorre transferência de calor para a superfície;
• essa transferência de calor para a superfície conduzirá a uma temperatura adequada à permanência de água no estado líquido, o que poderá possibilitar a existência de vida.

13.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a Lua é um planeta internamente inativo, enquanto a Terra é um planeta internamente ativo;
• sem atividade interna, a crosta lunar não é renovada há muitos milhares de milhões de anos, e, por isso, as rochas da sua superfície são muito antigas;
• na Terra, a constante renovação da crosta, ao nível dos riftes, e a sua destruição, ao nível das zonas de subdução, renovam as rochas, pelo que elas apresentam uma idade muito inferior à das rochas lunares.

14.1. Resposta **(C)**
O texto refere que os dados recolhidos pela missão parecem indicar que o gelo terá tido origem em cometas e em meteoritos (origem exógena) que atingiram a Lua nos primeiros momentos da sua formação, ou seja, na fase de acreção.

14.2. Resposta **(A)**
Os dados mostram que o gelo está concentrado em áreas localizadas no subsolo e que terá tido origem em cometas e meteoritos que, ao chocarem com a Lua, provocaram a formação de crateras. Assim, o gelo estará localizado em crateras não iluminadas pelo Sol (se estivessem iluminadas, a temperatura poderia não permitir a preservação do gelo).

14.3. Resposta **(D)**
A afirmação 1 é verdadeira — algumas crateras lunares foram preenchidas por materiais de origem vulcânica, constituindo os *mares* lunares; a afirmação 2 é falsa — as crateras dos *continentes* lunares encontram-se bem preservadas, pelo que a erosão não pode ser intensa (na Lua a erosão é devida, essencialmente, à ação dos ventos solares); a afirmação 3 é verdadeira — as crateras resultam do impacto de meteoritos.

14.4. Resposta **(B)**
A Lua não possui atividade geológica interna e a atividade geológica externa está relacionada com o impacto de corpos celestes (meteoritos); a Lua não possui água líquida.

14.5. Resposta **(D)**
Os planetas telúricos são os mais densos e apresentam crusta silicatada; a localização relativamente à cintura de asteroides não é critério para a designação de planetas telúricos, mas sim para a designação de planetas interiores; a dimensão é utilizada como critério para a designação de planetas menores ou planetas gigantes.

14.6. Resposta **(B)**
Se tivesse ocorrido atividade geológica ter-se-iam formado novos minerais, novas rochas, o que mascararia a idade inicial do meteorito e, portanto, do Sistema Solar; as rochas recolhidas em crateras de impacto também evidenciam atividade geológica; para a datação radiométrica de materiais (rochas) é fundamental que estes preservem as suas características iniciais (ver item 3 do Tema II).

14.7. Resposta **(C)**
De acordo com a hipótese da nébula solar, todos os corpos do sistema solar tiveram uma origem comum a partir de uma nébula primitiva; os cometas são corpos que não sofreram diferenciação e que preservam as suas características originais.

14.8. Resposta: **C, A, E, B, D**

14.9. A Resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a existência de água na lua pode vir a possibilitar o fabrico de células de combustível a partir do hidrogénio da água, ou seja, a obtenção de energia a partir do hidrogénio obtido por eletrólise da água;
- a diferença de valor da gravidade da Terra e da lua (menor na lua do que na Terra) permitirá o menor consumo de combustível na exploração espacial a partir de bases lunares.

15.1. Resposta **(B)**
O meteorito foi recolhido logo após a sua queda, logo não ocorreu contaminação do solo circundante; o isótopo ^{13}C forma-se essencialmente no espaço, pelo que existirá em menor quantidade na Terra; as amostras de solo terão maior quantidade de ^{12}C do que de ^{13}C, pelo que a razão $^{13}C/^{12}C$ é inferior à do meteorito.

15.2. Resposta **(D)**
A afirmação 1 é verdadeira — o texto refere dados de composição química (compostos orgânicos, por exemplo); refere também dados de composição mineralógica (silicatos) e de textura (existência de côndrulos), o que revela estudo petrográfico; a afirmação 2 é falsa os asteroides são corpos rochosos; a afirmação 3 é falsa — os cometas apresentam órbitas excêntricas em torno do Sol.

15.3. Resposta **(C)**
Ver item 14.6. — Tema II

15.4. Resposta **(A)**
Os *mares* lunares são constituídos por rochas magmáticas básicas (tipo basalto); a Lua não apresenta atmosfera significativa; as rochas metamórficas localizam-se essencialmente nas crateras de impacto; os eventuais sedimentos que se possam encontrar na superfície lunar serão materiais soltos e não consolidados.

15.5. Resposta **(B)**
É característica dos planetas telúricos a sua constituição rochosa e dos planetas gigantes a sua baixa densidade.

16.1. Resposta **(C)**
Na tabela 1 apresenta-se um sumário dos resultados analíticos das amostras de água relativamente ao urânio; pela análise da tabela verifica-se que a maior concentração de urânio se localiza nas linhas de água sujeitas à influência da drenagem das minas.

16.2. Resposta **(D)**
A investigação pretendia avaliar o potencial de utilização da vegetação aquática característica de zonas ricas em urânio na bioindicação de contaminantes e/ou na utilização de plantas para a remoção dos mesmos. Para tal seria fundamental estabelecer a relação entre as concentrações de urânio na água e na vegetação aquática.

16.3. Resposta **(D)**
O período de semivida é constante para cada isótopo; quanto mais antigo for o granito, maior a quantidade de isótopo-filho; assim a razão isótopo-pai/isótopo-filho é menor nos granitos mais antigos (Ver itens **8.** e **9.** — Tema II).

16.4. Resposta **(A)**
A zona onde ocorre a colisão de uma placa oceânica com uma placa continental corresponde a uma zona de subdução, dando origem a uma depressão profunda e alongada.
Uma zona de vale, limitada por falhas normais e uma cadeia extensa de montanhas submersas, corresponde a zonas de rifte. Uma área extensa, com declives muito suaves, corresponde a uma planície abissal.

16.5. Resposta: **E, C, D, B, A**

16.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a espécie *Callitriche stagnalis* tem a capacidade de acumular quantidades relativamente elevadas de urânio;
- a diminuição da concentração (da quantidade) de urânio na água permite a melhoria das condições ambientais.

Tema III — COMPREENDER A ESTRUTURA E A DINÂMICA DA GEOSFERA

1.1. Resposta **(B)**
A existência de anomalias gravimétricas (diferença entre o valor da gravidade medida num determinado ponto e a determinada teoricamente) revela a presença de estruturas com densidade diferente da expectável. Quando a gravidade é inferior (existência de grutas, de sal-gema, por exemplo) diz-se que a anomalia é negativa; quando a gravidade é superior (metais, rochas magmáticas de densidade elevada) a anomalia diz-se positiva.

1.2. Resposta **(C)**
Os métodos indiretos, que contribuem para o conhecimento da estrutura da Terra, são os que permitem recolher informações por dedução, ou seja, não permitem uma observação direta da Terra. São métodos indiretos, por exemplo, os dados da planetologia (amostras de meteoritos, de rochas lunares) e da sismologia (velocidade de propagação de ondas sísmicas); são métodos diretos, por exemplo a análise de materiais expelidos pelos vulcões e das amostras recolhidas por sondagens.

2. Resposta **(D)**
Nas zonas montanhosas estáveis (inativas do ponto de vista da geologia interna) a densidade dos materiais será menor pelo que se verifica uma anomalia gravimétrica negativa; as zonas de rifte, ao serem zonas geologicamente ativas e com ascensão de material, apresentam maior fluxo térmico (dissipação de calor à superfície terrestre).

3.1. Resposta **(C)**
A simetria da polaridade magnética das rochas do fundo oceânico, relativamente ao rifte, comprovada por estudos, constitui um argumento a favor da Teoria da Tectónica de Placas, mas não é a causa da movimentação das placas; o campo magnético terrestre tem, ao longo do tempo, sofrido inversões, que ficam registadas nas rochas dos fundos oceânicos.

3.2. Resposta (**D**)
As rochas vulcânicas dos fundos oceânicos são formadas nas zonas de rifte e são destruídas nas fossas oceânicas (zonas de subdução), portanto, as rochas nas zonas de rifte são as mais recentes. Rochas magmáticas com a mesma idade apresentam a mesma polaridade, dado que a polaridade é adquirida no momento da formação. A polaridade atual é considerada a polaridade normal, logo as rochas mais recentes apresentam polaridade normal.

3.3. Resposta **(A)**
As rochas do fundo oceânico formam-se nas zonas de rifte; quanto mais próximas das zonas de rifte (1), mais recentes são as rochas; a espessura de sedimentos diminui a partir da zona costeira (3); assim a espessura de sedimentos na zona 1 será menor do que na zona 3.

3.4. Resposta **(B)**
Dado que já se verificaram várias inversões do campo magnético terrestre, nos fundos oceânicos encontram-se rochas com igual polaridade e idades muito diferentes; as rochas que têm a mesma idade dispõem-se simetricamente em relação ao rifte; o fluxo térmico diminui com a distância ao rifte, portanto as rochas podem apresentar polaridade igual e diferente fluxo térmico; quando as rochas magmáticas se formam na zona de rifte, há minerais que se orientam de acordo com o campo magnético, logo rochas com a mesma polaridade contêm minerais com orientações magnéticas semelhantes.

3.5. Resposta (**B**)
A crusta oceânica apresenta maior densidade, pois apresenta maior percentagem de minerais ferromagnesianos (ferro e magnésio) do que a crusta continental (onde predominam os aluminossilicatos).

4. Resposta **(A)**
Se o magma é viscoso, os gases libertar-se-ão com maior dificuldade, o que provoca erupções do tipo explosivo.

5. Resposta **(A)**
Nas zonas de rifte forma-se magma mantélico, com baixa viscosidade (mais fluido); nas zonas de subdução, o magma resulta da fusão de materiais mais silicatados, apresentando-se mais viscoso (menos fluído), o que o torna mais explosivo.

6. Resposta **(A)**
Um domo (estrutura em forma de cúpula) forma-se quando a lava, por ser muito viscosa, tem dificuldade em escoar e se acumula à saída da cratera. As lavas viscosas são muito silicatadas (ácidas) e ricas em gases.

7. Resposta **(D)**
As cinzas, as bombas vulcânicas e a bagacina são piroclastos (materiais vulcânicos fragmentados, pouco angulosos) característicos de uma atividade vulcânica explosiva, sendo ejetados para o ar; as lavas alcalinas são características de atividade vulcânica efusiva.

8. Resposta: **(A) — (7); (B) — (2); (C) — (4); (D) — (8); (e) — (6)**

9. Resposta: **(A) — (1); (B) — (4); (C) — (5); (D) — (3); (e) — (6)**

10. A resposta deve abordar três dos seguintes tópicos:
• a existência de vulcanismo ativo torna a energia geotérmica acessível ao Homem, possibilitando o seu aproveitamento;
• as cinzas de origem vulcânica depositam-se nos solos, tornando-os mais produtivos para a agricultura;
• associados ao vulcanismo, podem formar-se depósitos minerais passíveis de extração para fins diversos;
• as paisagens vulcânicas podem contribuir para o desenvolvimento económico das respetivas regiões, por serem uma atração turística.

11. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• quando o magma, localizado na câmara magmática, se movimenta a caminho da superfície, provoca sismos vulcânicos;
• o aumento da frequência e da intensidade dos sismos, na região de um vulcão inativo, alerta para a possibilidade de ocorrer uma nova erupção;
• a previsão de que a nova erupção está prestes a ocorrer permite retirar a população da região, evitando a perda de vidas humanas.

12.1. Resposta **(C)**
Os investigadores referem uma idade absoluta para as rochas, pelo que só poderão ter utilizado métodos radiométricos (a datação relativa corresponde à determinação de uma idade relativa entre várias estruturas, por exemplo, através do Princípio da Sobreposição de Estratos); a rocha sedimentar resulta da alteração de uma rocha pré-existente, pelo que a datação de um clasto de uma rocha sedimentar apenas poderá fornecer indicações da idade da rocha que originou esse clasto (rocha-mãe do clasto).

12.2. Resposta **(D)**
O texto refere que o vulcanismo nos planaltos da Sibéria caracterizou-se pela emissão de grandes quantidades de lavas através de fendas na crosta terrestre (vulcanismo fissural com origem numa pluma mantélica), originando escoadas, o que é característico de uma atividade efusiva, logo associada a lavas com baixo teor de sílica (Ver itens 4., 5. e 6. Tema III).

12.3. Resposta **(C)**
As rochas da crosta continental são ricas em aluminossilicatos e são menos densas que as rochas mantélicas, ricas em minerais ferromagnesianos, logo a aceleração gravítica será superior nas zonas vulcânicas do planalto da Sibéria.

12.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• as rochas estão sujeitas a alterações relacionadas com a geodinâmica externa e com a geodinâmica interna, que conduzem à formação de outras rochas;
• estas alterações, lentas e graduais, são tanto mais prováveis de acontecer quanto mais tempo tiver decorrido desde que a rocha se formou.

13.1. Resposta **(C)**
O texto refere que o magma que alimentou a erupção seria provavelmente basáltico, logo rico em minerais ferromagnesianos; uma lava ácida é rica em aluminossilicatos.

13.2. Resposta **(B)**
O texto refere que não se registam manifestações de metamorfismo térmico das camadas, logo as temperaturas atingidas não terão sido suficientes para permitir a recristalização dos calcários.

13.3. Resposta: **D, E, C, B, A**

13.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• no afloramento da Papoa encontram-se brechas vulcânicas com fragmentos de rochas das paredes da chaminé vulcânica;

• durante a atividade vulcânica verificou-se a emissão de cinza, de bagacina e de bombas vulcânicas (emissão de piroclastos);
Quanto ao papel da água:
• a entrada de água para a câmara magmática terá conduzido à diminuição da temperatura, com o consequente aumento da viscosidade e aumento do teor de gases, provocando atividade explosiva.

14.1. Resposta **(D)**
O texto refere que o vulcão se formou em contexto de subdução com emissão de grandes quantidades de cinza, logo corresponde a uma atividade explosiva, característica de lavas ricas em sílica (Ver itens 4., 5., 6. e 13.2. — Tema III).

14.2. Resposta **(C)**
Em zonas de subdução, a presença de água (nos sedimentos que sobrepõem a crosta oceânica, por exemplo) faz baixar o ponto de fusão dos materiais, favorecendo a formação de magma; numa zona de subdução, é favorecida uma atividade vulcânica explosiva sustentada por um magma com elevada percentagem de voláteis; numa zona de subdução, o movimento das placas litosféricas é fundamentalmente vertical e corresponde a um limite convergente destrutivo.

14.3. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• durante as grandes erupções vulcânicas há emissão de grandes quantidades de SO_2 para a estratosfera, formando-se aerossóis de ácido sulfúrico;
• esses aerossóis vão-se acumulando e permanecem durante alguns anos na estratosfera, o que provoca a diminuição da radiação solar que atinge a superfície terrestre; deste modo, verifica-se uma diminuição da temperatura.
Nota — o ácido sulfúrico formado a nível da troposfera é arrastado pela água da chuva, não forma aerossóis, mas contribui para a acidificação da água meteórica (contribui para a formação de chuvas ácidas).

15.1. Resposta **(D)**
Pelo enquadramento tectónico apenas se poderá analisar a localização relativa a riftes, zonas responsáveis por atividade vulcânica e sísmica, e a outras falhas responsáveis por atividade sísmica; Santa Maria não pode ser considerada uma ilha assísmica; a ilha não é atravessada por nenhum rifte, pelo que não pode estar a construir-se crosta oceânica.
(Os dados apresentados não consideram a existência de uma pluma térmica e apenas dizem respeito ao enquadramento tectónico).

15.2. Resposta **(A)**
Os materiais resultantes da atividade vulcânica (piroclastos) são característicos de uma atividade explosiva; o clima quente e húmido terá favorecido a meteorização (alteração) destes materiais, formando-se argila vermelha.

15.3. Resposta **(B)**
O Complexo do Facho apresenta basalto vesicular em almofada, logo a atividade terá sido submarina e como está sobrejacente ao complexo do Touril, será mais recente que este.

16. Resposta: **(A) — (2); (B) — (4); (C) — (3); (D) — (7); (e) — (6)**

17. Resposta **(C)**
Ver item 1.2. — Tema III

18. Resposta **(B)**
Ver itens 1.2. — Tema III. A astenosfera (zona subjacente à litosfera) é uma zona de menor rigidez, relativamente à litosfera, pelo que a velocidade das ondas sísmicas diminui quando estas atravessam a astenosfera; a rigidez não aumenta continuamente com a profundidade (no núcleo externo a rigidez é menor do que no manto, por exemplo).

19. Resposta **(C)**
A velocidade das ondas P diminui com a diminuição da rigidez dos materiais; quando se verifica uma alteração do estado físico dos materiais (descontinuidade), de sólido para líquido, como acontece na transição do manto para o núcleo externo, as ondas P são refratadas (curvam-se) não atingindo uma determinada zona da superfície terrestre — zona de sombra. As ondas P não diminuem de velocidade ao atravessar a litosfera (rígida), diminuem de velocidade ao atravessar a astenosfera (menor rigidez do que a astenosfera) e tornam a aumentar de velocidade quando atravessam o manto subjacente à astenosfera.

20. Resposta **(D)**
A afirmação 1 é verdadeira — as partículas vibram perpendicularmente em relação à direção de propagação das ondas S; a afirmação 2 é falsa — a velocidade das ondas S diminui com a diminuição da rigidez dos materiais atravessados; a afirmação 3 é falsa — as ondas S só se propagam em meios sólidos (por exemplo, não se propagam nem no ar nem na água).

21. Resposta **(D)**
As ondas L provocam nas partículas um movimento perpendicular à direção de propagação da onda; as ondas L não se propagam em meios líquidos; as ondas L são ondas que se formam à superfície e se propagam à superfície; apresentam grande amplitude.

22. Resposta **(C)**
A escala de Richter permite determinar a magnitude de um sismo, sendo uma medida da energia libertada no foco; os danos causados (intensidade) são determinados pela escala de Mercalli Modificada; a magnitude não aumenta com o aumento da profundidade do foco (podem ocorrer sismos superficiais com maior magnitude do que sismos mais profundos); a magnitude de um sismo não depende da amplitude das ondas (aliás, as ondas são resultado do sismo e não o contrário).

23. Resposta **(C)**
A descontinuidade de Mohorovicic marca a transição entre a crusta e o manto, mas as ondas P não diminuem de velocidade ao entrar no manto (a diminuição de velocidade só se regista na astenosfera; a litosfera, sobrejacente, já inclui manto); A descontinuidade de Gutenberg marca a interface manto-núcleo externo. No núcleo externo regista-se uma acentuada diminuição de velocidade das ondas (por se encontrar no estado líquido).

24. Resposta (**A**)
A velocidade das ondas sísmicas aumenta com o aumento da rigidez dos materiais atravessados.
A crusta é menos rígida do que o manto, logo a velocidade das ondas aumenta quando estas passam da crusta para o manto; a astenosfera é uma zona de baixa rigidez, menor do que a da mesosfera; o núcleo externo é líquido.

25.1. Resposta **(C)**
A amplitude das ondas aumenta com a diminuição de rigidez dos materiais; quando os materiais atravessados são pouco consolidados a amplitude das ondas tende a ser maior. O sismograma E_1 corresponde a uma zona de materiais de argila (rocha não consolidada) e regista ondas de maior amplitude, ou seja, em E_2 a amplitude das ondas é menor do que em E_1**.**

25.2. Resposta **(C)**
Os sismogramas apresentados não permitem inferir a distância ao epicentro de cada uma das estações.

26. Resposta **(A)**
A litosfera, rígida, é sobrejacente à astenosfera (zona menos rígida, que apresenta alguma viscosidade). A diferença de rigidez (de viscosidade) entre estas duas camadas, possibilita a movimentação das placas litosféricas.

27. Resposta **(B)**
As diferenças de temperatura provocam alterações na densidade dos materiais. Quando o material é aquecido em profundidade, torna-se menos denso e ascende; quando se aproxima da superfície, dado que a temperatura é menor, vai ficando mais denso e desce. Formam-se correntes de convecção de material. A subdução da litosfera nas fossas oceânicas e a ascensão de magma ao nível dos riftes podem estar relacionadas com a existência de correntes de convecção, mas não são esses processos a causa das referidas correntes. Na litosfera (mais fria do que a astenosfera) ocorre um aumento de densidade dos materiais.

28. Resposta **(C)**
Ver itens 23. e 24. — Tema III

29. Resposta **(C)**
A descontinuidade de Lehmann marca a transição entre o núcleo externo (estado físico líquido) e o núcleo interno (estado físico sólido); verifica-se um aumento de velocidade das ondas. A pressão e a temperatura aumentam com a profundidade, mas é o estado físico dos materiais que condiciona a velocidade de propagação das ondas sísmicas.

30. Resposta **(C)**
A afirmação 1 é falsa — a descontinuidade de Mohorovicic estabelece o limite entre a crosta e o manto; a afirmação 2 é verdadeira — uma das zonas de baixa velocidade das ondas sísmicas situa-se na astenosfera (manto superior); a afirmação 3 é falsa — a zona de sombra sísmica para as ondas S apoia a natureza líquida do núcleo externo.

31. Resposta **(C)**
Um sismo com hipocentro a 600 km de profundidade indica que se trata de uma zona de subdução; nas zonas de subdução não há formação, mas sim destruição de litosfera; a litosfera é mais densa e mais fria do que a astenosfera.

32. Resposta: **(A) — (7); (B) — (1); (C) — (6); (D) — (8); (e) — (2)**

33. Resposta: **(A) — (3); (B) — (7); (C) — (5); (D) — (2); (e) — (1)**

34.1. Resposta **(C)**
O fluxo térmico é maior nas zonas de rifte, onde ocorre formação de crosta oceânica, por ascensão de material do manto (mantélico). Nestas zonas a litosfera é mais recente.

34.2. Resposta **(B)**
O gradiente geotérmico traduz a taxa de aumento da temperatura com a profundidade (°C/km). A análise do gráfico permite verificar que na litosfera a temperatura aumenta mais rapidamente com a profundidade do que em qualquer das outras camadas.

34.3. Resposta **(D)**
O grau geotérmico é definido como a distância (metros) que será necessário percorrer em profundidade para que a temperatura suba 1 °C. O grau geotérmico é menor quando o fluxo térmico é maior. As regiões de alta entalpia correspondem a zonas de atividade vulcânica em que a temperatura dos fluídos termais (água) é superior a 150 °C (zonas de rifte/dorsal oceânica).

34.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• nas zonas mais afastadas das dorsais, o fluxo térmico é menor, o que evidencia o arrefecimento das rochas;
• a diminuição da temperatura faz com que os materiais rochosos se contraiam, aumentando a sua densidade;
• deste modo, ocorre aumento da subsidência, ou seja, do afundamento da litosfera oceânica na astenosfera, aumentando a profundidade do oceano.

34.5. Resposta **(A)**
Ver itens 19. e 26. — Tema III

34.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• o gradiente geotérmico traduz a variação da temperatura com a profundidade; se o gradiente é elevado, então a temperatura aumenta rapidamente com a profundidade;
• nas zonas de dorsais oceânicas ocorre ascensão de materiais mantélicos, a elevada temperatura, o que conduz a um aumento da temperatura nessa zona, logo, a um elevado gradiente geotérmico.

35. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• uma das fontes de calor interno da Terra é o decaimento radioativo, ou seja, o decaimento radioativo dos materiais do interior da Terra liberta energia/calor;
• com o aumento de temperatura, os materiais tornam-se menos densos e ascendem; junto à superfície, os materiais vão arrefecendo, tornam-se mais densos e ocorrem movimentos descendentes. Esta movimentação dos materiais do interior da Terra, devida a diferenças de temperatura, corresponde às correntes de convecção.

36.1. Resposta **(B)**
Na região das Aleutas ocorre subdução da placa do Pacífico sob a placa Norte-americana. Trata-se de um limite convergente, que dá origem a uma fossa oceânica. As dorsais oceânicas localizam-se nas zonas de rifte — limites divergentes.

36.2. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a região central do Arco Insular corresponde a um limite de convergência de placas, ocorrendo subdução de uma delas;
• o contacto entre as duas placas ocorre ao longo de diferentes profundidades, acumulando tensões, que geram sismos em diferentes locais de contacto.

37.1. Resposta **(C)**
A Islândia situa-se numa zona de rifte — limite divergente. Nestas regiões o grau geotérmico é baixo (Ver 36.3. — Tema III).

37.2. Resposta **(C)**
Dado tratar-se de uma zona de rifte, ocorre atividade vulcânica e sísmica. Os sismos podem ter origem vulcânica e origem tectónica, uma vez que se está também na presença de falhas.

37.3. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• as fontes termais localizam-se em zonas de alta temperatura, próximas do rifte, permitindo que a energia geotérmica, ou seja, o calor do interior da Terra possa ser aproveitado para a produção de energia elétrica/aquecimento;
• sendo a energia geotérmica uma fonte de energia renovável, a sua utilização reduz o recurso a fontes de energia não renováveis e, sendo uma fonte de energia limpa, reduz os efeitos da poluição, contribuindo, assim, para um desenvolvimento sustentável.

38. Resposta: **A, D, B, C, E**

39.1. Resposta **(C)**
À medida que aumenta a distância a Áquila, as intensidades registadas vão sendo menores, traduzindo menores danos; a amplitude das ondas vai diminuindo à medida que aumenta a distância ao epicentro.

39.2. Resposta **(B)**
Na cidade de Viterbo, a intensidade foi IV (Figura 9), o que corresponde a nenhum dano nas estruturas resistentes (Figura 10); a cidade de Penne registou uma intensidade de V, o que corresponde a danos fracos nas estruturas vulneráveis; na cidade de Rieti,

o sismo teve intensidade V, tendo provocado danos muito fracos nas estruturas resistentes da cidade; Na cidade de Roma, registou-se uma intensidade de IV, o que não representa danos em qualquer tipo de estruturas.

39.3. Resposta **(A)**
A velocidade das ondas sísmicas aumenta com o aumento da rigidez; as ondas diretas percorrem um caminho mais curto, relativamente às refratadas (Ver item 19. — Tema III).

39.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- as tensões tectónicas provocam acumulação de tensão nas rochas, junto à falha (no plano de falha);
- quando é ultrapassado o limite de resistência da zona de falha ocorre o movimento dos blocos, ou seja, ocorre a rotura da rocha;
- a movimentação brusca dos blocos (o ressalto) provoca a libertação de energia sob a forma de ondas sísmicas.

39.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a magnitude regista apenas um valor, uma vez que se refere à energia libertada no foco/hipocentro;
- a intensidade varia com a distância ao epicentro, com o tipo de construção e com os materiais rochosos atravessados, traduzindo o grau de destruição causado, ou seja, os efeitos causados pelo sismo em cada local onde foi sentido.

40.1. Resposta **(A)**
A falha representada corresponde a um limite conservativo (sem destruição e construção de crosta, ou seja, com manutenção da espessura crustal), em que uma placa desliza lateralmente em relação a outra.

40.2. Resposta **(B)**
A placa Africana está (no local representado) separada das placas Indo-australiana e Euroasiática, por limites divergentes; o movimento tende a ser SO-NE (NE-S0).

40.3. Resposta **(D)**
O local X está mais próximo de uma zona de rifte do que o local Y, logo em Y o grau geotérmico é maior (Ver itens 34.1., 34.2. e 34.3. — Tema III).

40.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a intensidade é uma medida para avaliar os efeitos causados pelos sismos;
- tendo conhecimento da intensidade histórica de uma dada região (intensidade máxima verificada em sismos anteriores) é possível elaborar cartas de isossistas de intensidades máximas. Deste modo será possível prever o impacto de um sismo nessa região e assim tomar medidas de prevenção do risco sísmico, nomeadamente o ordenamento do território, a construção antissísmica e a elaboração de planos de emergência.

40.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a zona de subdução de Makran apresenta uma grande área da zona de rotura sísmica, pelo que se acumula uma elevada quantidade de tensão;
- assim, quando o limite de resistência (ou de elasticidade) da rocha é ultrapassado, liberta-se grandes quantidades de energia, pelo que o sismo terá elevada magnitude.

41.1. Resposta **(A)**
Na península do Capelo, o vulcanismo apresenta-se alinhado com um conjunto de falhas; tem uma orientação NO-SE; contribuiu para a expansão da área da ilha; não se relaciona diretamente com o rifte da Terceira.

41.2. Resposta **(C)**
Os focos terão sido superficiais uma vez que os danos foram elevados e terão tido baixa magnitude porque as estações sismográficas internacionais não detetaram o sismo.

41.3. Resposta **(D)**
A distância entre as ilhas das Flores e da Graciosa tem tendência a aumentar; as ilhas do Pico e de São Jorge são atravessadas por diferentes falhas transformantes; a Crista Média Atlântica constitui um limite entre as placas Norte-americana e Euro-asiática; a sudeste da ilha de Santa Maria assinala-se a falha da Glória — limite de placas conservativo (verificar a simbologia da falha).

41.4. Resposta **(B)**
A afirmação 1 é verdadeira — quanto maior o teor de gases, maior a explosividade da erupção; a afirmação 2 é falsa — as *pillow* lavas resultam de vulcanismo submarino; a afirmação 3 é verdadeira — a formação de uma caldeira resulta, por exemplo, do abatimento do cone vulcânico.

41.5. Resposta **(A)**
Trata-se de vulcanismo secundário (residual). O vulcanismo primário corresponde a erupções. (Ver item 34.3. — Tema III)

41.6. Resposta: **(A) — (5); (B) — (2); (C) — (4)**

41.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a ocorrência de sismos provocou reajustes das rochas, ou seja, houve movimentação do maciço rochoso;
- as rochas terão, então, impedido a entrada de água na câmara magmática, o que terá alterado o estilo eruptivo do vulcão (a atividade passou de hidromagmática a magmática).

42.1. Resposta (**B**)
O texto refere que se trata de um vulcão andesítico, logo forma-se em zonas de subdução, num regime compressivo; a placa de Nazca (oceânica) mergulha sob a placa Sul-americana, o que é confirmado pelo alinhamento dos vulcões e dos epicentros dos sismos (assinalados na Figura), sendo assim, as rochas da placa de Nazca apresentam maior densidade média do que as da placa Sul-americana.

42.2. Resposta (**D**)
O texto refere que o vulcão apresenta um cone com 5911 metros, o que traduz um vulcanismo central; além disso trata-se de um vulcão andesítico, logo as lavas apresentam percentagem intermédia de sílica.

42.3. Resposta (**C**)
De um modo geral, as erupções efusivas permitem intervir junto das populações atempadamente; as erupções explosivas são, regra geral, muito violentas.
A monitorização da atividade vulcânica é, essencialmente, feita através do registo da atividade sísmica, da observação da topografia do terreno e da análise química, térmica e volumétrica das emissões fumarólicas.

42.4. Resposta (**A**)
O texto refere que os focos sísmicos se situaram entre 3 e 11 quilómetros de profundidade a partir do cume, logo, são superficiais e que a magnitude variou entre 0,5 e 3,0, ou seja, foram sismos de baixa magnitude.

42.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- durante a erupção são emitidos piroclastos (materiais soltos) que também formam o cone do vulcão;
- o aumento da temperatura na cratera durante a erupção conduz à fusão da neve e do gelo que se encontram no cume do cone;
- a mistura da água do degelo com os piroclastos forma o fluxo de lama, ou *lahar*.

43.1. Resposta **(B)**
A figura contém setas que ilustram o movimento da placa de Nazca e cuja resultante é a direção SE. Por outro lado, a referida placa está a sul do rifte. No texto consta que, como é habitual, a pluma térmica que existe na região é considerada estacionária, pelo que não se desloca.

43.2. Resposta **(A)**
A figura mostra que entre Carnegie Ridge e Cocos Ridge existe um rifte, logo um limite divergente ativo. A placa de Nazca está a mergulhar sob a placa Sul-americana; nas falhas transformantes o movimento dos blocos é, predominantemente, horizontal; a placa de Nazca está a deslocar-se para SE.

43.3. Resposta **(C)**
A afirmação 1 é falsa — a atividade vulcânica existente é essencialmente efusiva, sendo referidas, por exemplo, escoadas de lavas; o contexto tectónico e a origem do arquipélago indiciam a existência de lavas com baixa viscosidade; a afirmação 2 é verdadeira — o texto refere que a pluma térmica originou rochas mesozoicas; a afirmação 3 é verdadeira — o texto refere que nos últimos 200 anos ocorreram escoadas lávicas, logo com baixa viscosidade.

43.4. Resposta **(C)**
No texto é referida a magnitude dos sismos. A magnitude está relacionada com a energia libertada no foco sísmico e é avaliada pela escala de Richter; o grau de destruição está relacionado com os efeitos do sismo (que não constam no texto) e é avaliado pela escala de Mercalli Modificada.

43.5. Resposta: E, C, B, A, D

43.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- na região existe um limite convergente que origina uma zona de subdução, onde se acumulam tensões tectónicas;
- quando o limite de elasticidade das rochas é ultrapassado ocorre a rotura da rocha, com formação de uma falha. Caso a falha já exista, poderá ser ultrapassado o limite de resistência da zona de falha, o que provocará o movimento dos blocos de rocha;
- o ressalto ou o movimento brusco desses blocos provoca libertação de energia sob a forma de ondas sísmicas, o que origina um sismo.

Tema IV — GEOLOGIA, PROBLEMAS E MATERIAIS DO QUOTIDIANO

1. Resposta **(B)**
Os fósseis de idade permitem fazer datações comparativas, resultam de seres cujas espécies viveram num período de tempo geológico curto, com uma distribuição geográfica alargada.

2. Resposta **(D)**
De acordo com o Princípio da Interseção toda a estrutura que interseta outra é mais recente do que ela, logo a falha é mais recente que a formação rochosa que atravessa. A datação é relativa, dado que se compara a cronologia de formação (mais antigo, mais recente).

3. Resposta: **[A], E, C, B, F, D**

4. Resposta: **(A) — (4); (B) — (3); (C) — (2); (D) — (5); (e) — (7)**

5. Resposta **(D)**
A calcite é um mineral que apresenta clivagem e, se risca o gesso, é porque tem dureza superior.

6. Resposta **(A)**
Detritos angulosos e mal calibrados indiciam um transporte de curta distância. O transporte é responsável pelo arredondamento, contribuindo, também para a calibragem dos detritos. O cimento forma-se entre os detritos que constituem a brecha e que têm origem em rochas preexistente, portanto o cimento é mais recente.

7. Resposta **(D)**
O granito tem elevada percentagem de sílica, sendo considerado proveniente de um magma ácido, proveniente da fusão de rochas da crosta continental. Este tipo de magma apresenta elevado teor de gases e é viscoso.

8. Resposta **(B)**
Uma rocha melanocrática é rica em minerais ferromagnesianos, que são minerais de cor escura; uma rocha leucocrática é rica em aluminossilicatos, minerais félsicos, de cor clara.

9. Resposta **(D)**
O diorito é uma rocha intrusiva da família do andesito; são rochas provenientes de um magma de composição intermédia em sílica. O gabro é uma rocha intrusiva da família do basalto; são rochas provenientes de magmas pobres em sílica (básicos). Os minerais do gabro apresentam pontos de fusão mais elevados, pelo que tendem a cristalizar antes dos minerais do diorito.

10. Resposta **(A)**
Os magmas andesíticos não originam rochas da família do basalto/gabro; os magmas andesíticos originam rochas da família do andesito/diorito. O diorito é uma rocha intrusiva pelo que a consolidação do magma é lenta.

11. Resposta **(C)**
O magma formado nas zonas de subdução é mais rico em sílica do que o magma basáltico, uma vez que o magma formado resulta da fusão da crosta oceânica e dos sedimentos (ricos em sílica) que lhe estão sobrepostos. A presença de água facilita a fusão dos materiais; formam-se magmas andesíticos (de composição variável). O andesito é uma rocha extrusiva (consolida à superfície); o diorito é uma rocha intrusiva (consolida em profundidade).

12. Resposta **(D)**
A diminuição da pressão faz diminuir a temperatura de fusão, possibilitando a formação de magma. A diminuição do teor em água das rochas aumenta a temperatura de fusão, o que dificulta a formação de magma. A idade de formação das rochas não tem relação com a formação dos magmas.

13. Resposta (**C**)
Tratando-se de uma zona de subdução, o teor de água nas rochas (nos sedimentos subdutados) é elevado, o que faz diminuir a temperatura de fusão.
O teor de água nas rochas não faz aumentar a temperatura e o aumento de pressão faz aumentar o ponto de fusão das rochas.

14. Resposta (**B**)
Sendo as rochas formadas a partir da consolidação de lava, o arrefecimento será rápido; uma vez que se trata de um vulcão andesítico, as rochas apresentam anfíbolas e plagióclases. A existência simultânea de olivinas e quartzo não é compatível com um momento único de arrefecimento do magma, uma vez que as temperaturas de fusão são muito diferentes.

15. Resposta **(A)**
Minerais isomorfos são aqueles que, tendo composição química diferente, apresentam a mesma estrutura cristalina.

16. Resposta **(D)**
A diferenciação magmática ocorre, entre outros processos, por cristalização fracionada. Os minerais que cristalizam a temperaturas mais elevadas são os mais ricos em minerais ferromagnesianos e mais pobres em sílica e, no caso das plagióclases, as mais cálcicas; à medida que a temperatura vai diminuindo cristalizam minerais cada vez mais pobres em minerais ferromagnesianos, mais ricos em sílica e, no caso das plagióclases, cada vez mais sódicas.

17. Resposta **(C)**
As falhas são deformações rochosas (acidentes tectónicos) que ocorrem em regime frágil (baixas temperaturas associadas a baixas pressões) e que se formam por fratura na crosta (mais superficial). As falhas são deformações descontínuas uma vez que há deslocação relativa dos compartimentos (blocos) fraturados, ao longo do plano da falha.

18. Resposta **(A)**
As falhas inversas resultam da atuação de forças compressivas, apresentando maioritariamente um plano de falha inclinado. As falhas normais resultam da atuação de forças distensivas.

19. Resposta **(B)**
Ver itens 17. e 18. — Tema IV

20. Resposta **(D)**
As diáclases correspondem a roturas em corpos rochosos, sem haver deslocamento de compartimentos em confronto (blocos). Quando, por exemplo, ocorre intensa erosão das rochas sobrejacentes a um maciço granítico, a pressão litostática diminui, o granito expande e ocorre a formação de fraturas — diáclases.

21. Resposta **(C)**
O xisto metamórfico apresenta uma orientação paralela dos minerais lamelares (micas), resultante da ação de forças dirigidas ou não litostáticas (as forças não são exercidas de igual modo em todas as direções; as forças litostáticas são causadas pelo peso de uma massa rochosa sobre outra).

22. Resposta **(A)**
O grau de metamorfismo depende das condições de pressão e temperatura a que a rocha esteve sujeita durante o processo metamórfico. Podem considerar-se três graus de metamorfismo — baixo, médio e alto. Os gnaisses formam-se em condições de elevadas pressões e temperaturas, pelo que são consideradas rochas de alto grau de metamorfismo. Resultam da atuação de forças não litostáticas, logo apresentam textura foliada (conhecida como bandado gnaissico).

23. Resposta: **(A) — (7); (B) — (3); (C) — (4); (D) — (8); (e) — (2)**

24. Resposta: **(A) — (8); (B) — (7); (C) — (1); (D) — (2); (e) — (5)**

25. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- o gesso é uma rocha sedimentar evaporítica, que se forma pela precipitação de sais de sulfato de cálcio;
- a precipitação é consequência da evaporação da água salgada ou da água salobra, o que permite afirmar que, quando o gesso se formou, havia uma laguna ou um lago numa região com forte evaporação.

26. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a escala de Mohs expressa a dureza de um mineral, o que se traduz pela resistência que o mineral oferece ao ser riscado, ou seja, a dificuldade com que o mineral se desgasta quando submetido à ação abrasiva;
- sendo o rubi e a safira azul (variedades de corindo) minerais muito duros (dureza 9), esta propriedade contribui para que as joias se mantenham em bom estado.

27. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- as barragens retêm os sedimentos transportados por um rio, provocando a diminuição da carga sedimentar do mesmo;
- assim, verifica-se uma diminuição da deposição sedimentar costeira com o consequente aumento da erosão, portanto, um recuo da linha de costa.

28.1. Resposta **(C)**
As barragens conduzem a: aumento da deposição de sedimentos a montante da barragem; diminuição da ocorrência de cheias e, por conseguinte, diminuição do leito de cheia, a jusante da barragem (uma vez que é possível controlar o caudal do rio); alteração do perfil transversal do rio.

28.2. Resposta **(B)**
A análise dos gráficos mostra que os movimentos de reptação começaram a ser registados antes de se atingir, pela primeira vez, a cota de 650 metros na albufeira. O texto refere que a cota máxima de segurança de enchimento da albufeira eram 720 metros; os gráficos mostram que nunca se atingiu a cota máxima de segurança de enchimento da albufeira. Quando o nível da albufeira atingiu pela primeira vez a cota de 700 metros, a velocidade de reptação era inferior a 3 cm/dia. O texto refere que os movimentos de reptação foram intensificados pelo enchimento da albufeira.

28.3. Resposta **(A)**
A atitude de uma vertente é definida pela direção e inclinação da mesma. O texto refere que as vertentes do vale de Vajont são muito inclinadas e que os planos de estratificação das camadas apresentam atitude semelhante ao plano da vertente. Se os detritos que constituíam a vertente apresentasse elevada coesão, os movimentos de vertente seriam dificultados; o mesmo aconteceria se existisse abundante vegetação na vertente. As rochas carbonatadas apresentam elevada permeabilidade quando alteradas, o que é previsível na situação descrita.

28.4. Resposta **(D)**
Os argilitos resultam da compactação e cimentação (diagénese) de sedimentos de argila; são rochas detríticas.

28.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- verifica-se que houve um aumento da quantidade de água na bacia hidrográfica, e especificamente na zona da albufeira, do rio Vajont;
- dada a elevada absorção de água pelas argilas, o seu teor de água aumenta, conduzindo à saturação de água nas argilas e, consequentemente à diminuição da coesão entre as partículas argilosas. Assim, as camadas de argila tornam-se menos resistentes, tendo um papel lubrificante;
- houve, portanto, um aumento da sobrecarga, induzida pelo aumento da massa de água existente no maciço;
- regista-se, ainda, que o pendor das camadas é semelhante ao da vertente sul, local onde ocorreu a cedência da vertente.

29.1. Resposta **(A)**
No texto é referido que a hipótese mais aceite é a existência de um hotspot, associado a uma ou mais plumas térmicas. Regra geral as plumas térmicas têm origem em zonas profundas do manto. O manto é constituído por rochas ultrabásicas, logo pobres em sílica.

29.2. Resposta **(B)**
No texto refere-se que as rochas em causa possuem cristais de maior dimensão incluídos numa matriz microcristalina. Os cristais maiores ter-se-ão formado mais lentamente, num determinado tempo, e os microcristais (matriz) ter-se-ão formado mais rapidamente num outro tempo. O desenvolvimento dos cristais está relacionado com a velocidade de arrefecimento magmático, entre outros fatores, como o espaço disponível e a temperatura.

29.3. Resposta **(C)**
Num contexto de vulcanismo submarino, o magma apresenta baixa viscosidade dando origem pillow lavas. Todos os outros materiais vulcânicos referidos estão relacionados com vulcanismo subaéreo. Cinzas e lapilli estão ainda associados a magmas de elevada viscosidade.

29.4. Resposta **(B)**
Na figura está indicado que as rochas do Complexo Vulcânico Inferior têm 24-26 Ma e as do Complexo Vulcânico Superior têm aproximadamente 3,4 Ma. Assim, a razão $^{40}Ar/^{39}Ar$ será menor nas rochas do Complexo Vulcânico Inferior, uma vez que apresentam maior quantidade de isótopo-filho (^{39}Ar) relativamente às do Complexo Vulcânico Superior. A razão é superior a 1, uma vez que em ambas as situações as rochas apresentam idade inferior ao período de semivida. (Ver item 4. —Tema II).

29.5. Resposta **(A)**
O texto refere que sobre o Complexo Vulcânico Inferior assenta um complexo sedimentar que inclui rochas carbonatadas com fósseis marinhos e rochas detríticas resultantes da erosão das rochas vulcânicas. Deste modo, as rochas sedimentares só se poderão ter formado devido à interrupção da atividade vulcânica. De acordo com o suporte, o contexto geológico de formação das ilhas Selvagens não se relaciona nem com convergência, nem com divergência de placas.

29.6. Resposta **(C)**
A afirmação 1 é verdadeira — as rochas foram datadas radiometricamente com recurso aos isótopos $^{40}Ar/^{39}Ar$; a afirmação 2 é falsa — as rochas carbonatadas são da mesma idade que os fósseis nelas contidos; a afirmação 3 é falsa — na datação das rochas sedimentares recorre-se a fósseis com pequena distribuição estratigráfica e grande distribuição geográfica (fóssil de idade). (Ver item I — tema IV).

29.7. Resposta: **D, E, C, A, B**

29.8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• existe uma plataforma de abrasão marinha acima do atual nível médio das águas do mar;
• existe um complexo sedimentar marinho e existem sedimentos carbonatados e conglomerados acima dos 80m;
• o Complexo Vulcânico Inferior, formado em meio marinho, aflora acima do atual nível médio da água do mar, entre as cotas de 0m e 80m.

30.1. Resposta **(B)**
Os granitos são rochas de cor clara (leucocráticas), portanto ricas em minerais félsicos. As rochas extrusivas correspondentes são os riólitos.

30.2. Resposta **(A)**
Os minerais são mais estáveis quando se encontram em condições mais próximas das condições de formação. De acordo com a série de Bowen, a olivina é dos primeiros minerais a se formarem; logo formam-se em condições de temperatura elevada, que se afastam das condições da superfície terrestre.

30.3. Resposta: **D, B, A, C, E**

30.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a diminuição da temperatura de cristalização do magma conduz ao enriquecimento em sódio (Na) relativamente ao cálcio (Ca), nas plagióclases;
- o aumento da quantidade de Na nas plagióclases tem como consequência o enriquecimento em albite.

31. Resposta: **[A], C, E, B, F, D**

32.1. Resposta **(C)**
Uma vez que se salienta a presença de olivinas e piroxenas, a rocha resultou da consolidação de um magma basáltico, pobre em sílica, logo mantélico.

32.2. Resposta **(B)**
A rocha é rica em olivinas e piroxenas (minerais ferromagnesianos, de cor escura), logo é uma rocha melanocrática, uma vez que é rica em minerais máficos.

32.3. Resposta **(A)**
De acordo com a série de Bowen, a olivina apresenta ponto de fusão superior ao da piroxena, pelo que cristalizará primeiro (Ver item 14. e Figura 3 do item 28 —Tema IV).

32.4. Resposta **(B)**
O ferro ferroso dos minerais reage com o oxigénio (perde um eletrão) e forma-se ferro férrico (oxidação), que ao combinar-se com a água, precipita e forma óxidos de ferro (hematite — cor vermelha, como a ferrugem).

32.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- quando o arrefecimento do magma é lento, formam-se cristais visíveis a olho nu;
- quando o magma arrefece rapidamente formam-se microcristais;
- dado que na amostra é possível visualizar os dois tipos de cristais, pode deduzir-se que o magma, que originou a rocha de onde foi recolhida a amostra, apresentou dois tempos de cristalização.

32.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- à medida que ocorre a cristalização fracionada, vai-se formando um magma residual de composição diferente da do magma original;
- os primeiros minerais a cristalizar são ricos em ferro, magnésio e cálcio, pelo que se vai verificando um empobrecimento do magma residual nestes minerais;
- simultaneamente verifica-se o enriquecimento relativo do magma residual em sílica, sódio e potássio, possibilitando a formação de minerais mais félsicos e de ponto de fusão mais baixo.

33. Resposta **(B)**
Quanto maior for a área superficial, maior será o contacto com os agentes ambientais; se a moagem tiver sido fina, a área total de contacto com os agentes ambientais será maior e assim maior será a contaminação.

34. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a escorrência de águas superficiais na escombreira conduz ao transporte de substâncias que, sendo tóxicas, vão contaminar os rios ou as águas subterrâneas;
- o arrastamento de sedimentos não consolidados pela água ou pelo vento vai conduzir à alteração das propriedades físicas e químicas dos solos onde eles se depositaram, ou à alteração do leito dos rios onde se depositam;
- a ação do vento sobre uma escombreira não selada pode arrastar partículas para a atmosfera, que causam a sua contaminação.

35.1. Resposta **(B)**
O texto refere a existência de moldes de moluscos, logo o processo de fossilização terá sido a moldagem — reprodução da morfologia interna ou externa da concha; a substituição da totalidade do ser vivo por matéria mineral corresponde a um processo de mineralização; a conservação completa das estruturas orgânicas do ser vivo corresponde a um processo de mumificação; a preservação de registos da atividade do animal marinho corresponde a outro tipo de fósseis — icnofósseis.

35.2. Resposta **(C)**
Ver item 1. — Tema IV

35.3. Resposta **(C)**
Na figura observa-se que os foraminíferos planctónicos se encontram em estratos de argilas e siltes marinhos; os fósseis de fácies permitem caracterizar o ambiente em que se formou a rocha onde se encontram.

35.4. Resposta **(D)**
As areias de estuário encontram-se sobre as argilas e os siltes, o que quer dizer que se depositaram depois; as areias são detritos de maior dimensão que as siltes e as argilas, portanto, a deposição de areias indica que houve aumento de hidrodinamismo, ou seja, a energia da água (agente de transporte) aumentou.

35.5. Resposta **(A)**
O Princípio do Atualismo indica que os processos geológicos têm ocorrido de modo semelhante ao longo da história da Terra, pelo que se pode explicar o passado pelas observações atuais; a reconstituição de paleoambientes só é possível pela interpretação das condições ambientais presentes. O Princípio da Identidade Paleontológica refere que estratos (unidades litostratigráficas) que contenham os mesmos fósseis têm a mesma idade. O Princípio do Catastrofismo refere que as estruturas geológicas e a extinção de seres vivos (que depois foram substituídos pela criação de novos seres) se devem a grandes cataclismos. O Princípio da Sobreposição de Estratos refere que numa sequência de estratos, não deformados, qualquer estrato é mais recente do que os estratos subjacentes (que estão abaixo dele) e mais antigo do que os estratos sobrejacentes (que lhe estão sobrepostos).

35.6. Resposta **(C)**
À medida que a velocidade da corrente diminui (a energia de transporte é menor), vão-se depositando os sedimentos mais finos e os sedimentos vão ficando mais calibrados e mais arredondados.

35.7. Resposta **(B)**
A ocupação antrópica aumenta a escorrência superficial de água meteórica (da chuva), uma vez que a diminuição do coberto vegetal e a impermeabilização de terrenos devido à construção desordenada, contribuem para a diminuição da infiltração da água meteórica; deste modo, aumenta o risco de cheia e consequentemente a ação erosiva dos rios.

35.8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- na unidade IVa encontram-se foraminíferos planctónicos marinhos, ou seja, fósseis marinhos;
- na unidade IVb encontram-se fósseis terrestres, de mamíferos e de plantas;
- uma vez que a unidade IVb é mais recente que a unidade IVa (dado que lhe é sobrejacente), verifica-se que houve uma alteração do ambiente, de marinho para terrestre, resultante de uma regressão marinha (descida do nível de água do mar).

36.1. Resposta **(B)**
A 125 km de profundidade encontra-se a astenosfera, que é uma zona que apresenta menor rigidez do que a litosfera, pelo que a velocidade das ondas sísmicas (P e S) diminui.

36.2. Resposta **(A)**
O complexo vulcânico mais antigo pertence à sequência submarina, ambiente de formação das *pillow* lavas.

36.3. Resposta **(C)**
Durante uma glaciação, o nível do mar desce, uma vez que a água fica retida sob a forma de gelo nos glaciares, deste modo as áreas continentais ficam mais expostas.

36.4. Resposta **(D)**
Os sedimentos marinhos são normalmente bem calibrados (dimensões semelhantes entre os grãos) e também arredondados, devido ao longo transporte.

36.5. Resposta **(B)**
Ver itens 4., 5. e 16.3. — Tema II

36.6. Resposta **(A)**
Ver item 35.5. — Tema IV

36.7. Resposta: **B, A, E, D, C**

36.8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- um baixo teor em gases indicia erupção efusiva e um alto teor em gases indicia erupção explosiva;
- um baixo teor em gases indicia emissão de escoadas lávicas e um alto teor em gases indicia emissão de piroclastos;
- assim, as escoadas lávicas ter-se-ão formado devido a erupções efusivas e os piroclastos ter-se-ão formado a partir de erupções explosivas.

36.9. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- as areias presentes nas dunas de Porto Santo são resultantes da fragmentação das conchas (areias bioclásticas);
- o carbonato de cálcio das conchas dissolve-se por ação da água (meteorização química por ação da água);
- a posterior precipitação do carbonato de cálcio conduz à cimentação dos sedimentos que formam as dunas.

37.1. Resposta: Verdadeiras — **B**, **D**, **F**, **G**; Falsas — **A**, **C**, **E**, **H**.

37.2. Resposta **(B)**
O texto refere que em laboratório foi feito o estudo granulométrico das amostras recolhidas em zonas oceânicas. Não foi feito o estudo do agente de meteorização dos detritos, das fases de formação das rochas detríticas, nem da composição química dos detritos das amostras.

37.3. Resposta **(C)**
A afirmação 1 é verdadeira — o texto refere que para a separação dos detritos se utilizou uma coluna de crivos (processo mecânico); a afirmação 2 é verdadeira — as malhas do topo eram as mais largas, logo os detritos de maiores dimensões ficam retidos no crivo do topo; a afirmação 3 é falsa — analisando os resultados do estudo, verifica-se que a amostra B apresenta maior distribuição granulométrica (grãos aproximadamente desde 0,1 a 0,5 mm, enquanto a amostra A apresenta grãos aproximadamente desde 0,1 a 0,3 mm).

37.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- sendo a porosidade o volume de espaços (de vazios) presentes numa rocha, ela é condicionada pela calibração, ou seja, pela seleção dos detritos;
- como a amostra A apresenta melhor calibração de detritos, tem mais espaços, logo, tem maior porosidade do que a amostra B.

38.1. Resposta **(D)**
A figura mostra que a falha de Santo André é do tipo desligamento (verificar a simbologia). Neste tipo de falhas ocorre deslizamento lateral de um componente rochoso em relação ao outro, neste caso da placa do Pacífico e da placa Norte-americana. A figura mostra, ainda, a convergência entre a placa Juan de Fuca e a placa Norte-americana.

38.2. Resposta **(C)**
As falhas de desligamento geram sismos superficiais; à superfície tende a predominar o comportamento frágil da litosfera (baixas pressões associadas a baixas temperaturas). O comportamento dúctil ocorre a profundidades mais elevadas, onde as pressões e as temperaturas são mais elevadas.

38.3. Resposta **(A)**
Os blocos rochosos deslocam-se sempre ao longo do plano de falha, podendo apresentar movimentos predominantemente horizontais ou verticais. Nas falhas de desligamento, os blocos de falha sofrem essencialmente movimentos paralelos em relação ao plano de falha (horizontais); nas falhas normais, o bloco superior (teto) desce relativamente ao bloco inferior (muro); nas falhas inversas, o bloco superior sobe relativamente ao bloco inferior.

38.4. Resposta **(B)**
A direção da falha é definida por uma linha resultante da interseção de um plano horizontal com o plano de falha (corresponde à orientação geográfica); a inclinação da falha corresponde ao ângulo da interseção do plano de falha com um plano horizontal; o plano de falha é o plano ao longo do qual se deu a fratura e se deslocam os blocos rochosos, sendo definido pela direção e pela inclinação, ou seja, pela atitude da falha.

38.5. Resposta **(C)**
Os peridotitos são rochas mantélicas, logo são rochas ultrabásicas, ricas em plagióclases (aluminossilicatos) cálcicas e silicatos de ferro e de magnésio. As rochas ácidas apresentam minerais com maiores percentagens de sílica, as plagióclases são essencialmente sódicas. Ver dados da série de Bowen — item 30. — Tema IV.

38.6. Resposta: **D, B, A, E, C**

38.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- o talco permite a diminuição da resistência friccionai no plano de falha, ou seja, diminui o atrito entre os blocos da falha;
- a diminuição da resistência friccionai conduz à libertação de energia ao longo do tempo durante múltiplos episódios sísmicos de reduzida magnitude, ou seja, dá-se a libertação de pequenas quantidades de energia em cada episódio sísmico.

39.1. Resposta **(D)**
O texto refere que o sismo de 1969 teve epicentro a SO de Sagres, ou seja, mais perto de Cascais do que de Peniche (ver carta de isossistas), no entanto em Cascais a intensidade foi menor do que em Peniche; a magnitude de um sismo e a profundidade do foco do mesmo são parâmetros fixos; a diferença de intensidade nas duas regiões poderá estar relacionada com as diferentes litologias ou, eventualmente, com o tipo de construções.

39.2. Resposta **(D)**
A afirmação 1 é verdadeira, em Bragança a intensidade foi I; a afirmação 2 é falsa, no Porto o sismo teve intensidade III e em Badajoz a intensidade foi V; a afirmação 3 é falsa, os mapas de isossistas referem-se aos valores da intensidade e não da magnitude.

39.3. Resposta **(C)**
O texto refere que o epicentro do sismo de Benavente se situou numa zona de leito de cheia do rio Tejo, tendo-se verificado a abertura de fendas no solo, pelas quais foi ejetada água com areia, evidenciando-se a liquefação dos terrenos. Portanto, o epicentro localizou-se numa região de rocha não consolidada, que favorece a amplificação das ondas L; as ondas S não se propagam em meios líquidos; a liquefação dos terrenos, resultante da mistura dos sedimentos com a água aumenta os danos, logo a intensidade é elevada.

39.4. Resposta **(A)**
O epicentro do sismo de Benavente situou-se no interior de uma placa (intraplaca) e resultou da atuação de uma falha, logo do comportamento frágil das rochas (o comportamento dúctil está associado a dobras).

39.5. Resposta **(B)**
As ondas S não se propagam em meios líquidos, logo não passam do manto (sólido) para o núcleo externo (líquido); a crusta continental, a crusta oceânica e o núcleo interno são meios sólidos (Ver itens 23. e 24. — Tema III).

39.6. Resposta **(C)**
O artesianismo repuxante, onde a água jorra à superfície sob pressão, verifica-se em aquíferos cativos, não se relacionando com a bacia hidrográfica ou com os sedimentos.

39.7. Resposta: Porosidade

39.8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a formação das ondas resultou da subida do fundo oceânico, provocada pelo movimento associado à falha inversa, localizada a SO de Sagres;
- a água do mar ficou castanha e espessa devido ao levantamento de sedimentos resultante da agitação da água, ou, eventualmente, da formação de um tsunami.

40.1. Resposta **(A)**
Na figura, o tracejado representa estratos já erodidos; a sul são visíveis zonas em que os estratos se encontram dobrados (flancos de dobras) em antiforma (curvatura convexa, abertura orientada para baixo); as dobras resultam de comportamento dúctil dos materiais rochosos, em regimes compressivos. As falhas resultam do comportamento frágil dos materiais rochosos e podem formar-se em todos os tipos de regimes de forças.

40.2. Resposta **(C)**
Ver itens 38.3. e 38.4. — Tema IV

40.3. Resposta **(B)**
A água adquire maior acidez ao atravessar as diferentes camadas da atmosfera, pois reage com o CO_2, formando-se ácido carbónico. O calcário é constituído por carbonato de cálcio, que se dissolve sob a ação do ácido carbónico (presente na água da chuva), formando-se as estruturas características do modelado cársico (campos de lapiás, grutas, dolinas, entre outras).

40.4. Resposta: **[A], D, F, C, E, B**

40.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a aplicação do Princípio das Causas Atuais permite desenvolver raciocínios sobre acontecimentos passados, utilizando os dados de hoje;
- a presença de fósseis de fácies (fósseis de corais) na formação referida permite inferir o ambiente em que esta foi originada;
- a formação de Picavessa terá, então, sido formada no Paleoambiente descrito, pois é naquele tipo de ambiente que se desenvolvem os corais, na atualidade.

41.1. Resposta **(D)**
Ver itens 34.2. e 41.5. — Tema III

41.2. Resposta **(C)**
Um ponto quente é uma coluna fixa de magma. A placa Norte-americana está a deslocar-se para oeste — as rochas mais antigas situam-se a oeste (mais concretamente para sudoeste) das mais recentes.

41.3. Resposta **(D)**
Os géiseres são manifestações secundárias de vulcanismo (fonte termal) em que há emissão periódica de água quente sob pressão. O texto refere que as alterações climáticas estão a retardar as erupções regulares dos géiseres; o período de seca aumenta o período de recarga do reservatório de água.

41.4. Resposta **(C)**
Nas falhas referidas, o muro desceu em relação ao teto — falha normal; as falhas contribuem para a ocorrência de sismos.

41.5. Resposta **(C)**
Ver itens 1.2. e 19. — Tema III

41.6. Resposta **(B)**
Os magmas com menores percentagens de sílica, consolidam a temperatura mais elevadas; quanto mais rico em sílica for o magma, mais baixas serão as temperaturas de consolidação; os magmas com menor percentagem de sílica são menos viscosos, o que permite uma maior facilidade na libertação de gases; a partir de magmas pobres em sílica formam-se rochas de cor escura (melanocráticas).

41.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- um ponto quente é alimentado por magma basáltico, que origina erupções efusivas;
- Yellowstone é uma região continental, constituída por rochas ácidas, ou seja, ricas em sílica;
- ao ascender, o magma basáltico incorpora material de origem continental, que torna a mistura mais viscosa, promovendo erupções explosivas.

42.1. Resposta **(A)**
Nos limites convergentes ocorre colisão de placas, devido à atuação de forças compressivas.

42.2. Resposta **(D)**
A presença de água baixa o ponto de fusão dos minerais, pelo que os materiais fundem a menor temperatura do que quando não estão em presença de água. A ductilidade aumenta, uma vez que o ponto de fusão é mais baixo (diminui).

42.3. Resposta **(C)**
Na hidrólise formam-se novos compostos em presença dos iões H^+ e OH^-, provenientes da dissociação da água. Na dissolução, os minerais dissolvem-se na água. Na oxidação os minerais transferem (perdem) eletrões, ficando oxidados. A incorporação de água corresponde à hidratação.

42.4. Resposta **(B)**
Os filitos são rochas metamórficas predominantemente provenientes de argilitos (tal como as ardósias); o mármore resulta do metamorfismo de rochas carbonatadas (calcários), o gnaisse resulta essencialmente do metamorfismo de arenitos e de granitos, por exemplo; o quartzito resulta do metamorfismo de arenitos.

42.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- no domínio metamórfico, em profundidade, a água em circulação é mais rica em O^{18} do que no domínio sedimentar, que é mais superficial;
- a biotite é um mineral do domínio metamórfico, pelo que apresenta uma quantidade em O^{18} superior à caulinite, que é um mineral de formação sedimentar.

42.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a água, ao circular em profundidade, é sobreaquecida e promove a alteração das rochas por onde passa;
- os iões dissolvidos são transportados para locais mais superficiais;
- por arrefecimento da água, há precipitação e acumulação de iões, formando-se os jazigos metálicos.

43.1. Resposta **(C)**
Os riftes estão associados a vulcanismo de tipo fissural. Nos riftes formam-se rochas basálticas, ricas em minerais ferro magnesianos.

43.2. Resposta **(A)**
O sal-gema é uma rocha sedimentar quimiogénica, que se forma por evaporação intensa de água em ambientes com halite (cloreto de sódio).

43.3. Resposta **(A)**
Ver item 1.1. — Tema III

43.4. Resposta **(D)**
O sal-gema é uma rocha quimiogénica constituída por cloreto de sódio. O texto refere que a água salgada da região provém da massa de sal-gema existente em profundidade, a qual é atravessada por água doce subterrânea.

43.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a água foi o principal agente de geodinâmica externa que atuou sobre os domos salinos provocando a sua meteorização química, por dissolução do sal-gema (rocha evaporítica);
- o núcleo dos domos salinos era menos resistente à erosão, ou seja, era mais facilmente erodido que as áreas circundantes;
- assim, ter-se-ão formado depressões (vales tifónicos), que permitiram a instalação de uma rede fluvial.

44.1. Resposta **(B)**
A formação de um rifte deve-se a um regime de forças distensivas, que induzem um estiramento crustal (adelgaçamento). Nas zonas de rifte há ascensão magmática (magmatismo) que irá conduz à formação de crosta. O espessamento crustal ocorre em zonas de formação de cadeias orogénicas (limites convergentes). A destruição de crosta verifica-se nas zonas de subdução.

44.2. Resposta **(D)**
A Rodínia começou a fragmentar-se no final do Pré-Câmbrico, pelo que as margens continentais eram ativas ao longo do Paleozoico; o texto refere a inexistência de dados paleomagnéticos e a quase inexistência de registo fóssil.

44.3. Resposta **(C)**
O estado físico mantélico não sofre variações (sólido) com a profundidade; o calor interno não apresenta uma distribuição uniforme por todo o planeta, há zonas com maior fluxo térmico do que outras; as correntes de convecção não estão associadas à composição mineralógica e à rigidez das rochas. A densidade dos materiais diminui com o aumento da temperatura (Ver item 29. — Tema III).

44.4. Resposta **(B)**
Nos contextos tectónicos de formação de montanhas (orogenia), as rochas estão sujeitas a elevadas pressões e temperaturas, em ambiente sólido, o que é favorável à formação de rochas metamórficas. As rochas sedimentares formam-se por processos de sedimentogénese (meteorização, erosão, transporte e sedimentação) e diagénese (compactação e cimentação), em ambientes superficiais.

44.5. Resposta **(A)**
Entre a Austrália e a Laurência formou-se um rifte, onde se formam rochas melanocráticas (escuras), ricas em minerais ferromagnesianos (máficos). (Ver item 7. — Tema IV).

44.6. Resposta: **B, A, C, E, D**

44.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- o alargamento das bacias oceânicas e a transgressão marinha origina a formação de ambientes sedimentares pouco profundos, com condições favoráveis à fossilização, como a deposição de sedimentos finos, o fraco hidrodinamismo e a rápida deposição;
- o aparecimento de formas de vida com estruturas anatómicas rígidas (exoesqueletos) facilitadoras da fossilização, contribuiu para a maior abundância do registo fóssil no Câmbrico.

45.1. Resposta **(C)**
O magma parental do granito é aquele a partir do qual se formará o granito. As primeiras rochas a formar-se serão as mais densas, mais ricas em minerais ferromagnesianos e mais pobres em sílica. O magma residual vai ficando mais pobre em minerais ferromagnesianos, e, portanto, menos denso, e mais rico em sílica.

45.2. Resposta **(A)**
Em clima tropical húmido a meteorização química é favorecida, nomeadamente devido a chuvas intensas. O granito é constituído por quartzo, feldspatos e micas. Os feldspatos sofrem intensa hidrólise. A caulinite é uma argila que se forma por hidrólise dos feldspatos.

45.3. Resposta **(D)**
Os quartzitos formam-se por metamorfismo de arenitos.

45.4. Resposta **(B)**
O texto refere que o conjunto superior de depósitos de cobertura é consequência das sucessivas fases de soerguimento da Cordilheira Central Portuguesa, e é formado por depósitos localizados na base de blocos abatidos por falhas. Deste modo o transporte dos sedimentos foi muito reduzido e, portanto, os sedimentos são mal calibrados (granulometria diversa) e angulosos, o que caracteriza os sedimentos que poderão vir a formar brechas. Os conglomerados são constituídos por detritos arredondados.

45.5. Resposta **(B)**
O sinclinal é uma dobra, portanto as tensões terão sido compressivas de direção NE-SO, uma vez que o sinclinal apresenta uma direção NO-SE, como é referido no texto.

45.6. Resposta **(D)**
As unidades litológicas que se localizam na região central do sinclinal são xistos e arenitos quartzíticos do Ordovícico médio e superior; os quartzitos são do Ordovícico inferior, portanto os xistos e os arenitos são mais recentes do que os quartzitos. Os xistos e os arenitos são mais facilmente erodidos do que os quartzitos.

45.7. Resposta **(A)**
Icnofósseis são registos da atividade dos seres vivos (os exosqueletos são somatofósseis). O texto refere que as trilobites obteriam matéria orgânica escavando e revolvendo os sedimentos, deixando as impressões dos seus apêndices locomotores marcadas no substrato. As pistas de locomoção só poderiam ter ficado registadas em arenitos — rochas sedimentares; os quartzitos são rochas que resultaram do posterior metamorfismo daqueles arenitos; para que ocorra fossilização (para que as marcas fiquem preservadas) é fundamental que as marcas sejam rapidamente cobertas por sedimentos.

45.8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- os climas húmidos provocam, geralmente, intensa meteorização química das rochas;
- nem todas as rochas possuem a mesma resistência à meteorização química;
- a ocorrência de episódios de precipitação muito concentrada conduz a uma elevada taxa de erosão dos materiais não consolidados, ou seja, à remoção intensa dos materiais não consolidados.

46.1. Resposta **(A)**
A intrusão magmática, de temperatura mais elevada do que a rocha encaixante, provoca a recristalização de minerais da rocha com a qual contacta (metamorfismo de contacto) originando rochas com textura não foliada (os cristais não se desenvolvem ao longo de direções definidas e paralelas; a rocha encaixante não possui minerais com hábito tabular/ lamelar).

46.2. Resposta **(B)**
A unidade de conglomerados está sobreposta às unidades de calcário, margas e arenitos, logo é mais recente. Os conglomerados são constituídos por sedimentos de maiores dimensões dos das outras unidades. Para que ocorra transporte de sedimentos de maiores dimensões terá de haver um aumento da energia de transporte.

46.3. Resposta **(A)**
Os gabros são rochas que apresentam maior percentagem de minerais ferromagnesianos e menor percentagem de aluminossilicatos do que os dioritos e os granitos; os granitos apresentam maiores percentagens de aluminossilicatos e menores percentagens de minerais ferromagnesianos do que os dioritos. As rochas formaram-se por diferenciação magmática; o magma parental foi ficando mais rico em sílica e mais pobre em ferro e magnésio; os minerais ferromagnesianos apresentam maior ponto de fusão do que os aluminossilicatos.

46.4. Resposta **(D)**
Os fósseis de fácies caracterizam o ambiente em que se formaram.

46.5. Resposta: **[A], E, C, F, B, D**

46.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- os estratos onde se encontram as pegadas fossilizadas formaram-se na posição horizontal;
- a instalação da intrusão magmática é posterior à formação dos estratos que contêm as pegadas fossilizadas;
- as forças exercidas pela intrusão magmática levaram à deformação dos estratos, conduzindo à sua posição vertical.

47.1. Resposta **(D)**
Princípio da Inclusão — uma rocha que apresente fragmentos de outras rochas é mais recente do que a rocha que se fragmentou; o maciço granítico apresenta fragmentos (inclusões) de rochas gnáissicas, logo é mais recente que o gnaisse. Princípio da Interseção — toda a estrutura que interseta outra é mais recente do que ela, logo os filões são mais recentes que o maciço granítico.

47.2. Resposta **(A)**
O maciço que aflora na praia de Lavadores contacta com gnaisse; o gnaisse é uma rocha de alto grau de metamorfismo. Os encraves estão em relevo, portanto são mais resistentes à erosão do que o granito. O maciço é granítico, logo consolidou lentamente em profundidade. O maciço apresenta uma orientação paralela à falha Porto-Tomar.

47.3. Resposta **(B)**
Ver item 16. — Tema IV

47.4. Resposta **(D)**
As dobras são processos lentos resultantes da atuação de tensões a temperaturas e pressões elevadas, que ocorrem em regime dúctil. As falhas resultam de processos rápidos de atuação de tensões a temperaturas e pressões mais baixas, em regime frágil.

47.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- as rochas graníticas possuem minerais de feldspato na sua composição;
- uma vez que o maciço se encontra fraturado, com inúmeras falhas, a circulação de água é facilitada;
- deste modo, a meteorização química dos feldspatos pela água (hidrólise), conduz à formação de minerais de caulinite (argila).

48.1. Resposta **(A)**
O texto refere que os mármores são um dos tipos litológicos que constituem a antiforma de Estremoz. As antiformas possuem a abertura voltada para baixo.
A carta geológica mostra que o núcleo da dobra é formado por litologias do Pré-Câmbrico e do Câmbrico, portanto as mais antigas.

48.2. Resposta **(D)**
O texto refere que o metamorfismo das rochas resultou de um regime tectónico compressivo (após um regime tectónico distensivo, os blocos continentais começaram de novo a juntar-se, ocorrendo deformação e metamorfismo das rochas), apontando para um contexto de mobilidade litosférica. Deste modo, os mármores de Estremoz formaram-se por metamorfismo regional. No metamorfismo há recristalização dos minerais, neste caso, como se trata de mármores calcíticos, ocorreu recristalização de rochas carbonatadas. Se tivesse ocorrido fusão de depósitos sedimentares pré-existente, ter-se-iam formado rochas magmáticas e não metamórficas.

48.3. Resposta **(B)**
A antiforma de Estremoz tem uma orientação NO-SE, tendo-se formado por tensões compressivas de direção NE-SO (Ver item 44.5. — Tema IV). A fraturação dos mármores terá ocorrido quando, por ação das forças compressivas, estes terão ascendido à superfície. As deformações das rochas (dobras e falhas) formam-se por ação de tensões e não por erosão dos materiais.

48.4. Resposta **(A)**
Os materiais que viriam a originar os mármores de Estremoz eram rochas sedimentares carbonatadas, nomeadamente calcários (como refere o texto). Portanto, estas rochas formaram-se em bacias sedimentares localizadas em mares pouco profundos. O texto refere que a sedimentação carbonatada coexistiu com vulcanismo, com emissão de piroclastos (atividade explosiva) e escoadas basálticas (atividade efusiva) menos frequentes. Assim a atividade vulcânica coexistente não foi predominantemente efusiva.

48.5. Resposta **(C)**
O texto refere que a mobilidade das placas litosféricas pode induzir deformações nas rochas, o que permite justificar os padrões curvilíneos que os mármores apresentam. A mobilidade das placas provoca tensões não litostáticas, ou seja, tensões dirigidas (Ver item 20. Tema IV).

48.6. Resposta **(B)**
A equivalência litológica entre a formação de Danby (costa leste dos Estados Unidos) e o complexo de Estremoz, fundamenta a teoria de que o continente norte-americano e o europeu já estiveram juntos e que se separaram pela abertura (e não fecho) de um oceano, constituindo, portanto, um argumento a favor do mobilismo geológico.

48.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- os mármores de Estremoz ocorrem intercalados no Complexo Vulcano-sedimentar-Carbonatado de Estremoz (CVSCE), cujas rochas vulcânicas básicas (escoadas basálticas) contêm manganês;
- durante os processos tectónicos, ocorreu metamorfismo, que provocou a libertação de manganês pelas rochas vulcânicas;
- durante a metamorfização das rochas carbonatadas, o manganês entrou na rede cristalina da calcite, conferindo a cor rosada aos mármores.

49.1. Resposta: Verdadeiras — **A, C, E, F, G**; Falsas — **B, D, H**.

49.2. Resposta **(D)**
O texto refere a utilização de mercúrio para a extração de ouro. O mercúrio é um contaminante (poluente químico), pelo que a sua utilização tem impactes ambientais negativos.

49.3. Resposta **(B)**
Só se o minério for rentável do ponto de vista económico é que se pode atribuir a designação de reserva a uma jazida.

49.4. Resposta **(A)**
O metamorfismo regional ocorre devido a forças tectónicas. O quartzito forma-se a partir de arenito.

49.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a atividade mineira explora recursos não renováveis, ou seja, recursos que apresentam caráter limitado e finito;
- a utilização de bactérias permite extrair uma maior quantidade de minério, a partir do mesmo volume de ganga, reduz a quantidade de matéria-prima mineral necessária para obter um determinado volume de minério e reduz a acumulação de resíduos não aproveitáveis;
- o método (a utilização de bactérias) evita a emissão de poluentes atmosféricos.

50.1. Resposta: **(a) — (5); (b) — (7); (c) — (8); (d) — (1); (e) — (2)**

50.2. Resposta **(D)**
Nos aquíferos confinados (ou cativos), a camada permeável encontra-se limitada (superior e inferiormente) por camadas impermeáveis. Nos aquíferos livres, a camada permeável não se encontra coberta por camada impermeável. A Figura mostra que, quer o aquífero 1, quer o aquífero 2, se encontram sobrepostos por uma camada impermeável.

50.3. Resposta **(B)**
Um sinforma é uma dobra com a abertura voltada para cima. Designa-se sinclinal quando a idade das camadas rochosas do núcleo é mais recente que as outras. (Ver itens 40.1. e 51.1. Tema IV).

50.4. Resposta **(A)**
A afirmação 1 é falsa — a existência de falha favoreceu o aparecimento de água à superfície; a afirmação 2 é verdadeira — as rochas quimiogénicas que se formam por excessiva evaporação de água designam-se por evaporitos (gesso, por exemplo); a afirmação 3 é verdadeira num aquífero confinado a água encontra-se a uma pressão superior à da atmosfera, a água ascende até ao nível freático sob pressão.

50.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- na região, a rocha-armazém corresponde a um arenito, enquanto as rochas impermeáveis são argilitos;
- a formação de um aquífero cativo (confinado), implica a existência de uma rocha permeável entre duas camadas impermeáveis;
- tratando-se de um aquífero cativo, a sua manutenção depende de uma zona de recarga.

51.1. Resposta **(B)**
As diáclases aumentam a superfície de contacto entre o maciço rochoso e o meio envolvente, favorecendo a meteorização e, por conseguinte, a erosão. As diáclases aumentam a permeabilidade da rocha.

51.2. Resposta **(C)**
O texto refere que as águas subterrâneas normais apresentam um resíduo seco inferior a 60 mg L^{-1} e que as águas termominerais apresentam um resíduo seco inferior a 170 mg L^{-1} e um teor de sílica superior a 45 mg L^{-1}. (o teor em sílica das águas normais não poderá ser superior ao das águas termominerais).

51.3. Resposta **(B)**
A zona não saturada corresponde a uma zona de granito meteorizado, que jaz sobre uma zona de granito menos meteorizado (figura e texto). Quanto mais meteorizada e fissurada for uma rocha, maior a permeabilidade da mesma.

51.4. Resposta **(A)**
Na figura é percetível que a infiltração para o aquífero profundo (termomineral) se faz por uma zona de falha (estrutura tectónica regional).

51.5. Resposta **(A)**
A zona de aeração corresponde à zona superficial, onde os espaços vazios não estão saturados de água; a zona de saturação encontra-se por baixo da zona de aeração e os poros estão saturados de água; o nível freático corresponde, num aquífero livre, ao

nível máximo que a água atinge. Assim, se a precipitação for intensa, a espessura da zona de aeração diminui, a espessura da zona de saturação aumenta e o nível freático torna-se mais superficial.

51.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a maior profundidade do reservatório hidrotermal origina uma temperatura mais elevada dos fluidos;
- o aumento da temperatura aumenta com o poder solvente (uma maior capacidade de dissolução) dos fluidos (da água);
- o longo tempo de permanência das águas termominerais no aquífero conduz ao aumento de mineralização dos fluidos.

52.1. Resposta **(D)**
O gradiente geotérmico traduz a taxa de aumento da temperatura com a profundidade (°C/km). Tendo em conta o valor médio crustal, verifica-se que as termas do Carvalhal apresentam um gradiente geotérmico mais elevado (a 62 metros de profundidade a temperatura é 36 °C e a 86 metros de profundidade a temperatura é 42 °C). Dado que a temperatura do fluido termal é inferior a 150 °C, trata-se de um recurso de baixa entalpia.

52.2. Resposta **(B)**
O texto refere que o maciço granítico é atravessado por uma grande falha principal e por várias falhas diversas secundárias, apresentando fracturação de extensão quilométrica, que serve como conduta, facilitando a infiltração de água e a recarga do aquífero.

52.3. Resposta **(C)**
A zona de saturação ocorre em granitos, como se pode ver na figura. Os granitos são rochas magmáticas intrusivas, ou seja, são rochas plutónicas.

52.4. Resposta **(C)**
Os granitos só apresentam elevada permeabilidade se estiverem alterados. A rocha armazém é o granito e não o xisto.

52.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a ocorrência de fraturas no plutonito possibilita a infiltração das águas até níveis profundos;
- as águas em profundidade tornam-se mais quentes (geotermia);
- a existência de fraturas possibilita a ascensão (ressurgência) de águas aquecidas (40 °C).

53.1. Resposta **(C)**
A zona representada refere-se a uma zona de subdução, em que a placa Africana está a mergulhar sob a placa Euro-asiática. À medida que a placa Africana afunda, os sismos vão sendo mais profundos, de sul para norte. Trata-se de um limite convergente, portanto, a área do mar Mediterrâneo tem tendência a diminuir.

53.2. Resposta **(A)**
O texto refere que as amostras da pedra-pomes de Santorini revelaram um teor em sílica superior a 70%, portanto, proveniente de um magma rico em sílica; a pedra-pomes é uma rocha com textura amorfa (vítrea), o que indicia que o magma arrefeceu rapidamente. Por outro lado, o texto também refere que a rocha apresenta cristais de plagióclases, cujo núcleo central contém um teor de 58% a 88% de anortite, isto é, cristais de uma plagióclase cálcica formados a alta temperatura a partir de um magma pobre em sílica. Estes dados indiciam que o magma terá consolidado em dois momentos: numa primeira fase formaram-se os cristais de plagióclase e, posteriormente, a pedra-pomes consolidou rapidamente, envolvendo os cristais de plagióclase já formados. Um magma rico em sílica não apresenta baixa viscosidade; se a consolidação fosse muito rápida não haveria possibilidade de desenvolvimento de cristais; para se formar pedra-pomes, o magma não poderia apresentar baixo teor de gases.

53.3. Resposta **(A)**
Os sismos superficiais ocorrem a nível da crosta; a profundidade dos epicentros mostra que se trata de uma zona de subdução, que corresponde a um limite destrutivo, uma vez que há destruição de litosfera.

53.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a pedra-pomes formou-se a partir de um magma (lava) com 70% de sílica, ou seja, rico em sílica ou riolítico (não deverá ser abordada a questão da viscosidade, dado que o fundamental no item é a composição química do magma);
- os cristais com elevada percentagem de anortite (plagióclase cálcica) formaram-se a partir de um magma pobre em sílica, ou seja de um magma básico (basáltico, mantélico) ou intermédio (andesítico);
- deste modo, e de acordo com o texto, a pedra-pomes de Santorini deverá ter resultado de uma mistura de magmas, com características químicas diferentes.

54.1. Resposta **(B)**
Na falha assinalada com a letra Y, o teto subiu em relação ao muro, logo é uma falha inversa, resultante de tensões compressivas (Ver item 18. — Tema IV).

54.2. Resposta **(C)**
O texto refere que a região onde hoje se situa a cidade de Valongo encontrava-se coberta pelo mar no início do Paleozoico (542 Ma); refere ainda que serão aproximadamente dessa idade as rochas mais antigas que ali afloram e que se encontram interestratificadas com escoadas de lava de idade câmbrica (de 541 a 485 Ma). O item reporta-se ao processo de formação das rochas, durante o Câmbrico. Nesse Período, ter-se-ão formado, naquela região, rochas vulcânicas submarinas e, durante as fases de interrupção da atividade vulcânica, acumular-se-iam sedimentos sobre as rochas vulcânicas já formadas. Apesar de, atualmente, essas rochas estarem metamorfizadas, devido a processos geológicos que ocorreram posteriormente, no Câmbrico, quando se formaram, as rochas vulcânicas submarinas depositaram-se alternadamente com os sedimentos marinhos, ficando interestratificadas.

54.3. Resposta **(B)**
Ver itens 48.1. — Tema IV. Quando, numa deformação em antiforma, o núcleo é formado pelas rochas mais antigas, estamos na presença de um anticlinal.

54.4. Resposta **(A)**
Os quartzitos são rochas metamórficas muito resistentes à erosão; os xistos são também rochas metamórficas, mas são mais facilmente erodidos, portanto o rio será mais largo nas zonas xistentas.

54.5. Resposta **(C)**
Se a profundidade do mar aumentou, quer dizer que o nível do mar subiu, logo o mar avançou sobre a linha de costa, ou seja, verifica-se uma transgressão marinha. Quando ocorre uma diminuição do nível médio do mar, a profundidade do mar diminui, ou seja, ocorre uma regressão marinha.

54.6. Resposta **(D)**
Ver item 1. — Tema IV; se os fósseis viveram num período de tempo curto, terão de ter uma distribuição estratigráfica reduzida (só se podem encontrar em reduzido número de estratos de uma formação rochosa).

54.7. Resposta: **B, A, C, E, D**

54.8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- durante o Ordovícico ocorreu uma glaciação, o que provocou a diminuição do nível da água do mar;
- deste modo verificou-se uma redução do habitat das trilobites (animais marinhos), ou seja, uma redução da área de ocupação marinha e, eventualmente, perturbações a nível da cadeia alimentar, o que terá contribuído para o declínio das trilobites.

54.9. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a região situava-se junto ao equador (contexto paleogeográfico) apresentando um clima quente e húmido (contexto paleoclimático);
- o desenvolvimento de uma importante flora na bacia sedimentar veio contribuir para a acumulação de restos vegetais; para a formação de carvão foi fundamental que esses restos vegetais tivessem sido cobertos por sedimentos finos, que proporcionassem condições anaeróbias, de modo a dificultar a decomposição dos restos vegetais;
- com a acumulação de sedimentos, foi ocorrendo afundimento (subsidência) e aumento de pressão e de temperatura, o que conduziu à incarbonização, ou seja, ao enriquecimento em carbono e à perda de água e de voláteis, formando-se carvões.

55.1. Resposta **(C)**
Ver itens 38.4. e 42.3. — Tema IV. As falhas, ao permitirem a circulação de água da chuva (ligeiramente acidificada), facilitam a hidrólise dos feldspatos. Os feldspatos não são solúveis em água.

55.2. Resposta **(D)**
Os xistos são rochas que resultam do metamorfismo dos argilitos; apresentam uma textura foliada — os cristais desenvolvem-se ao longo de direções definidas e paralelas (hábito tabular/lamelas).

55.3. Resposta **(A)**
A afirmação 1 é falsa — os minerais e a energia nuclear (radioativa) são recursos não renováveis (a sua regeneração por processos naturais é mais lenta que o seu consumo, não sendo possível a sua renovação à escala da vida humana); o texto refere que o granito apresenta teores elevados do isótopo de urânio ^{238}U, o que indicia que as concentrações de urânio encontram-se acima do seu valor médio na crusta terrestre, logo a afirmação 2 é falsa; a afirmação 3 é verdadeira — uma das desvantagens da utilização da energia nuclear é a produção de resíduos perigosos.

55.4. Resposta **(B)**
A biotite é uma mica, apresenta hábito tabular/lamelas, tendo tendência para partir ao longo de superfícies paralelas — clivagem. A fratura corresponde à tendência de um mineral quebrar ao longo de superfícies irregulares (fragmentos irregulares); a biotite, sendo riscada pelo quartzo, apresenta uma dureza inferior à deste mineral.

55.5. Resposta **(C)**
O texto faz referência à formação dos granitos durante a génese de uma cadeia montanhosa (orogenia), logo numa zona de convergência de placas. Os granitos são constituídos por quartzo, micas e feldspatos potássicos.

55.6. Resposta: **E, B, A, C, D**

55.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a mina encontra-se numa zona de granito e o radão forma-se a partir do decaimento radioativo do urânio existente nessa rocha;
- o granito nessa região encontra-se muito fraturado, o que facilita a circulação de radão;
- o radão infiltra-se nos pavimentos das habitações devido ao seu mau estado de conservação, nomeadamente, através de fissuras (fendas) nos pavimentos;
- como o radão é um gás denso, acumula-se nos pisos inferiores das referidas habitações.

55.8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- o contexto tectónico corresponde a um limite convergente (de colisão) entre duas placas continentais;
- a libertação de água contida em alguns minerais faz baixar a temperatura de fusão das rochas;
- tal facto permite a fusão das rochas da crusta continental e, portanto, a formação de magmas ricos em sílica que originam granitos.

56.1. Resposta **(A)**
Pela análise da figura, verifica-se que o cordão foi-se deslocando para sul ao longo do tempo; o texto refere que os sedimentos transportados pelos rios (fluviais) foram assoreando a laguna então formada.

56.2. Resposta **(D)**
O texto refere que Ovar teria sido um porto de mar; pela análise da Figura 28A verifica-se que o cordão de areia provocou o avanço da linha de costa em relação ao mar e terá impedido a descarga de sedimentos para o mar, ou seja, favoreceu o assoreamento (acumulação de sedimentos) na laguna.

56.3. Resposta **(B)**
Pela observação da Figura 23B, verifica-se uma maior acumulação de sedimentos a norte da barra (o sentido da corrente é de Norte para Sul) e um aumento da erosão no molhe sul.

56.4. Resposta **(C)**
Ao longo do curso de um rio, a energia do agente de transporte (água) vai diminuindo, sedimentando-se primeiro os sedimentos de maiores dimensões, quando a força gravítica é superior à energia de transporte. Os sedimentos de menores dimensões depositam-se quando a energia de transporte é reduzida, o que acontece junto à foz.

56.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a formação do cordão dunar conduziu ao isolamento da laguna, impedindo a sua comunicação com o mar e, deste modo, o acesso às zonas portuárias (o facto de a laguna ter ficado isolada do mar favoreceu o seu assoreamento, uma vez que os sedimentos transportados pelos rios iam ficando retidos);
- a diminuição da entrada de água do mar contribuiu para a diminuição da salinidade da água da laguna, afetando a atividade das salinas (extração de sal).

57.1. Resposta **(D)**
O texto refere que os carvões foram datados em 3300 anos pelo método do radiocarbono ^{14}C; este isótopo tem um período de semivida de 5730 anos, ou seja, ao fim desse tempo 50% do isótopo-pai ter-se-á transformado em isótopo-filho. Se os carvões têm apenas 3300 anos, têm mais de 50% de isótopo-pai (Ver item 4. — Tema II).

57.2. Resposta **(B)**
O texto refere que as rochas traquíticas apresentam um teor de sílica de aproximadamente 66%; o magma basáltico tem um teor de sílica inferior (≤ 50%); quanto maior o teor de sílica, maior a quantidade de gases dissolvidos e mais viscoso é o magma; o magma com menor percentagem de sílica, apresenta elevada percentagem de ferro e de magnésio (comparativamente aos magmas com maior teor de sílica) e por isso inicia a solidificação a temperaturas mais altas.

57.3. Resposta **(D)**
Os feldspatos potássicos são minerais de baixo ponto de fusão; a olivina, a piroxena, a anfíbola e a plagióclase cálcica são minerais de alto ponto de fusão. A biotite e a plagióclase sódica apresentam pontos de fusão próximos do ponto de fusão dos feldspatos potássicos (Ver dados da série de Bowen — item 30. — Tema IV).

57.4. Resposta: **D, B, C, E, A**

57.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• as escoadas traquíticas possuem uma composição silicatada;
• as rochas traquíticas encontram-se fraturadas o que facilita a circulação da água e a dissolução dos minerais silicatados das rochas;
• entretanto, vai ocorrendo a precipitação e a acumulação de sílica, dando origem a estalactites.

58.1. Resposta: Falhas normais.

58.2. Resposta **(B)**
A direção da falha é definida por uma linha resultante da interseção de um plano horizontal com o plano de falha (corresponde à orientação geográfica); a inclinação da falha corresponde ao ângulo da interseção do plano de falha com um plano horizontal; o plano de falha é o plano ao longo do qual se deu a fratura e se deslocam os blocos rochosos.

58.3. Resposta **(C)**
O texto refere que as ilhas Farilhões e Forcadas são formadas por micaxistos e gnaisses, que se formam por metamorfismo regional. Como rochas metamórficas, resultam da cristalização de minerais que ocorre no estado sólido.

58.4. Resposta **(C)**
A afirmação 1 é falsa, os gnaisses são rochas de alto grau de metamorfismo; a afirmação 2 é verdadeira, os micaxistos e os gnaisses apresentam foliação; a afirmação 3 também é verdadeira, o granito é uma rocha leucocrática.

58.5. Resposta **(A)**
A orogenia corresponde à formação de montanhas, devido à atuação de forças tectónicas em regime compressivo, em limites convergentes de placas. Se há formação de montanhas, há espessa mento crustal. O estiramento crustal ocorre em limites divergentes.

58.6. Resposta **(D)**
A crosta continental é essencialmente constituída por silício e alumínio; o manto é essencialmente constituído por ferro e magnésio.

58.7. Resposta: **D, A, C, B, E**

58.8. Resposta: **(A) — (2); (B) — (5); (C) — (4)**

58.9. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• durante a fraturação da Pangeia, devido a movimentos tectónicos distensivos, vários blocos rochosos abateram, mas houve um bloco que não abateu (*horst* das Berlengas), mantendo-se em posição elevada e sujeito a condições de geodinâmica externa (erosão, por exemplo);
• o granito é uma rocha plutónica, ou seja, forma-se em profundidade;
• ao longo do tempo a erosão das rochas sobrejacentes ao granito foi expondo esta rocha, que constitui o atual afloramento granítico.

59.1. Resposta: Anomalia **E**.

59.2. Resposta **(B)**
A formação do golfo da Biscaia está associada à instalação de um rifte, por onde ascende magma basáltico, logo com baixa viscosidade; a formação de um rifte corresponde a um regime de forças distensivo, formando-se falhas normais.

59.3. Resposta: **C, E, D, A, B**

59.4. Resposta **(C)**
O fluxo térmico diminui com o afastamento à dorsal (do rifte); o grau geotérmico vai aumento com o afastamento ao rifte (Ver itens 3.3. e 34.3. — Tema III). Quanto mais perto da plataforma continental, maior a espessura de sedimentos.

59.5. Resposta **(A)**
As afirmações 1 e 2 são verdadeiras; a afirmação 3 é falsa, as plagióclases são minerais ricos em silicatos calcossódicos (cálcio e sódio).

59.6. Resposta: **(A) — (3); (B) — (2); (C) — (4)**

59.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a microplaca Ibérica sofreu uma translação e uma rotação no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, devido à instalação de um rifte intracontinental (rifte pirenaico) que resultou do processo tectónico distensivo de abertura do oceano Atlântico norte; da instalação do rifte pirenaico resultou a formação de crosta oceânica e a abertura do golfo da Biscaia;

• posteriormente, devido a um processo tectónico compressivo, resultante da deriva da placa Africana para norte, a microplaca Ibérica mudou de trajetória e deslocou-se norte, colidindo com placa Euro-asiática, formando-se a cadeia montanhosa dos Pirenéus. Poderá também ser considerado que o processo compressivo de subdução de parte da crosta oceânica do golfo da Biscaia sob a microplaca Ibérica esteve associado à deslocação da microplaca Ibérica para norte.

60.1. Resposta **(D)**
De acordo com o texto, há 5 M.a. alguns dos canais do sistema fluvial desaguavam numa zona onde hoje se situa a Lagoa de Albufeira; consultando o mapa, verifica-se que a Lagoa de Albufeira se situa a sul da foz atual. O rio Tejo tem origem no interior da península Ibérica, transportando sedimentos desde a sua nascente, logo parte dos sedimentos que se encontram na península de Setúbal resultaram da erosão de rochas que afloravam no interior da Península Ibérica. A presença de calhaus rolados do granito de Sintra na península de Setúbal, indicia que, quando se depositaram, o rio Tejo desaguava nessa zona.

60.2. Resposta **(B)**
No item é solicitado que se identifique o contexto tectónico e a Era em que se formaram as serras do Maciço Calcário Estremenho e não as rochas que constituem o mesmo. O texto refere que a deriva da placa africana para norte, em relação à Península Ibérica, provocou a deformação de algumas rochas anteriormente formadas, logo o contexto tectónico de formação do Maciço Calcário Estremenho é compressivo. O texto também refere que essa deformação decorreu entre 23 a 5 M.a., ou seja, na Era Cenozoico. As rochas, que foram deformadas, ter-se-ão formado entre 199 M.a e 66 M.a., ou seja, na Era Mesozoico. Recorde-se o início temporal de cada Era (Paleozoico, cerca de 541. M.a., Mesozoico, cerca de 252 M.a. e Cenozoico, cerca de 66 M.a).

60.3. Resposta **(B)**
O texto refere que a falha do Vale Inferior do Tejo se estende entre Vila Nova da Barquinha e o Barreiro. Analisando o mapa, verifica-se que a região de Benavente se situa no alinhamento dessa falha. A falha do Vale Inferior do Tejo está, portanto, situada no interior de uma placa tectónica (intra) e não numa zona entre duas placas (inter).

60.4. Resposta **(C)**
Atualmente há uma tendência para a subida do nível médio do mar (período transgressivo), o que implica um recuo da linha de costa.

60.5. Resposta **(A)**
As barragens ajudam a controlar o risco de cheias ao longo do vale, conduzem a uma diminuição da carga sedimentar junto à foz, porque os sedimentos ficam retidos na barragem, ou seja, há um aumento da sedimentação nas zonas a montante. Os ecossistemas fluviais sofrem alterações quer a montante, quer a jusante.

60.6. Resposta: **(a) — (5); (b) — (1); (c) — (3)**

60.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a água da chuva reage com o CO_2, formando-se ácido carbónico, ficando, assim acidificada;
• a água acidificada infiltra-se através das fraturas (ou das diáclases) do calcário ocorrendo meteorização química da rocha, ou seja, a água acidificada dissolve o carbonato de cálcio que constitui o calcário;
• a remoção dos iões em solução (ou do carbonato de cálcio) pela água que circula no interior do maciço, em profundidade, conduz à formação de grutas.

61.1. Resposta **(D)**
Os Kimberlitos são rochas de composição próxima da do peridotito, logo possuem baixa percentagem de sílica e apresentam minerais como a olivina, o que é característico das rochas ultrabásicas e básicas.

61.2. Resposta **(A)**
O gráfico indica que os diamantes se formam em zonas cratónicas, ou seja, antigas, portanto em zonas tectonicamente estáveis e a profundidades superiores a 120 km (leitura do gráfico).

61.3. Resposta **(B)**
De acordo com a leitura do gráfico, à temperatura de 800 °C e pressão de 5 GPa, não se verifica formação de diamante numa zona de litosfera cratónica; e à pressão de 3 GPa verifica-se a formação de grafite numa zona de litosfera cratónica; à pressão de 4 GPa não há formação de diamante na litosfera oceânica; e à pressão de 2 GPa não há formação de grafite numa zona de litosfera oceânica.

61.4. Resposta **(C)**
O diamante é o elemento de maior dureza da escala de Mohs, logo não é riscado por nenhum outro elemento; o diamante é formado por carbono puro (não ligado a outros elementos químicos, como refere o texto); a grafite apresenta cor negra quando reduzida a pó (o que é comprovado, por exemplo, com o traço de um lápis de escrita); a grafite apresenta baixa dureza (basta pensarmos na facilidade com que se parte o bico de um lápis).

61.5. Resposta **(C)**
Ver item 15. — Tema IV

61.6. Resposta **(B)**
De acordo com o texto, o magma que origina os kimberlitos é derivado do peridotito, que é muito denso; assim, o kimberlito será uma rocha com densidade superior à das rochas da crusta continental, por isso estão associados a anomalias gravimétricas positivas

61.7. Resposta **(C)**
A afirmação 1 é falsa, uma vez que a carga sedimentar não sofre alteração a montante (antes) do local de extração de inertes; a afirmação 2 é falsa, dado que a diminuição da carga sedimentar a jusante (depois) do local de exploração, contribui para o aumento da erosão costeira; a afirmação 3 é verdadeira.

61.8. Resposta: **(A) — (4); (B) — (5); (C) — (3)**

61.9. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- os diamantes são trazidos para a superfície por Kimberlitos, que ocorrem, frequentemente, em chaminés vulcânicas; terá de ocorrer a meteorização e a erosão das chaminés kimberlíticas (ou dos kimberlitos) para que os diamantes sejam removidos;
- os diamantes são, então, transportados pelos rios; como são minerais muito resistentes à meteorização (são minerais de elevada dureza) são preservados durante o transporte realizado pelo rio;
- quando o rio perde competência (capacidade para transportar carga sólida; é avaliada em termos da partícula sólida de diâmetro máximo que pode ser posta em movimento no leito de um rio) os diamantes depositam-se (sedimentação) no leito do rio, ficando acumulados em *placers*.

62.1. Resposta: Metamorfismo regional.

62.2. Resposta **(A)**
O texto refere que os xistos são de idade pré-câmbrica, que os filões de quartzo têm 289 Ma e que os filões intruíram os xistos (Ver itens 2. e 47.1. — Tema IV).

62.3. Resposta **(C)**
O texto indica a composição química dos minerais e verifica-se que só a calcopirite possui cobre. Na tabela verifica-se que é no ponto 4 que os teores de cobre são mais elevados e que na descarga de água da galeria da Salgueira (ponto 3), os teores de cobre são superiores aos dos pontos 1 e 2.

62.4. Resposta **(A)**
A afirmação 1 é falsa, uma vez que o pH a montante da galeria da Fonte do Masso é inferior ao pH aceitável para consumo humano; a afirmação 2 também é falsa, dado que os valores de zinco são superiores aos valores máximos admissíveis; a afirmação 3 é verdadeira, dado que do ponto 1 para o ponto 4, na ribeira do Bodelhão, o valor de pH vai diminuindo. O ponto 3 não é considerado porque não está localizado na ribeira.

62.5. Resposta **(D)**
As escombreiras são constituídas pelos produtos rejeitados (ganga) da exploração mineira. São materiais soltos, não agregados. Os movimentos em massa são deslocamentos de materiais, em vertentes, por ação da gravidade. Muitas vezes as escombreiras constituem vertentes com alguma inclinação. A presença de água cria uma tensão que leva as partículas a desagregarem-se ainda mais, facilitando o movimento em massa.

62.6. Resposta **(C)**
Ver item 49.3. — Tema IV

62.7. Resposta **(B)**
O texto refere a composição química da pirite, que é um sulfureto de ferro; o quartzo é classificado como um silicato.

62.8. Resposta **(B)**
Os xistos são rochas que se formam por metamorfismo regional, devido à atuação de forças compressivas dirigidas (não litostáticas), em limites de placas convergentes. Os processos de estiramento da crosta e de alargamento de bacias sedimentares estão associados a limites divergentes de placas.

62.9. Resposta: **B, D, C, A, E**

62.10. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- na mina da Panasqueira são explorados minerais com enxofre (sulfuretos — pirite, calcopirite e arsenopirite) e muitos desses sulfuretos acabam por ficar acumulados nas escombreiras (acumulações de materiais rejeitados/ganga);

• a água da chuva reage com os sulfuretos acumulados nas escombreiras, formando-se ácidos (ácido sulfúrico);
• a água acidificada escorre ao longo das escombreiras e infiltra-se, provocando a diminuição do pH da água do rio Zêzere.

63.1. Resposta **(B)**
O campo hidrotermal de *Moytirra* situa-se na Crista Médio-Atlântica, ou seja, numa zona de rifte, um local de elevado fluxo térmico e baixo grau geotérmico. A fonte de metais para a génese das crostas ferromanganesíferas que aí ocorrem é predominantemente marinha, dado tratar-se de um campo hidrotermal, isto é, uma zona de fontes hidrotermais submarinas.

63.2. Resposta **(C)**
Um depósito polimetálico é considerado uma reserva se for economicamente rentável, independentemente da profundidade; as crostas polimetálicas depositam-se sobre a crusta oceânica, que é basáltica; as terras raras são utilizadas no fabrico de turbinas eólicas, que utilizam o vento como fonte de energia, ou seja, produzem energia «não poluente» ou seja energia «verde».

63.3. Resposta **(D)**
O campo hidrotermal *Lucky Strike* está localizado em crusta oceânica, que é essencialmente basáltica. O basalto é uma rocha principalmente constituída por minerais máficos (ferromagnesianos), logo é uma rocha melanocrática, que se formou a partir de um magma pobre em sílica.

63.4. Resposta: **B, D, A, C, E**

63.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• um problema que se levanta com a extração de recursos polimetálicos marinhos é o tipo de equipamentos necessários, capazes de resistir às condições de mineração submarina profunda, como sejam as pressões elevadas, as correntes marinhas e a corrosão;
• o processo de mineração terá impacte ambiental nos ecossistemas marinhos, podendo provocar, por exemplo, turvação da água, introdução de luz artificial, ruído, vibração e destruição do substrato, aumento da concentração de metais em solução na água.

64.1. Resposta **(D)**
O tratamento inicial das amostras com ácido clorídrico permitiu a eliminação de carbonato de cálcio, que é solúvel em ácidos. Deste modo, eliminou-se o carbono não orgânico, que iria mascarar os resultados obtidos referentes à quantidade de carbono orgânico da amostra, um dos parâmetros avaliados.

64.2. Resposta **(C)**
O texto refere-se à determinação do potencial gerador de uma rocha, ou seja, à quantidade de petróleo que um querogénio é capaz de gerar.

64.3. Resposta **(A)**
Pela análise da tabela verifica-se que:
a afirmação 1 é falsa - as rochas da formação de Cabaços formaram-se entre 161 a 155 Ma; o Mesozoico terminou há aproxidamente 66 Ma (no final do Cretácico, quando se verificou a extinção dos dinossauros), quando começou o Cenozoico, logo, as rochas não se formaram no final do Mesozoico; a afirmação 2 é falsa — a amostra de Conraria apresenta um elevado resíduo insolúvel (96%), o que mostra que não é uma rocha carbonatada, uma vez que a amostra foi inicialmente tratada com ácido clorídrico. Se fosse uma rocha carbonatada, apresentaria menor resíduo insolúvel; a afirmação 3 é verdadeira — a amostra de Pereiros é a que apresenta menor percentagem de carbono orgânico (0,6%).

64.4. Resposta **(C)**
Os jazigos metálicos não são favoráveis à acumulação de petróleo; o sal-gema é favorável à acumulação de petróleo (aparecendo, muitas vezes, associado a armadilhas petrolíferas) e, como tem baixa densidade, é localizável a partir de estudos de gravimetria.

64.5. Resposta **(A)**
A água salgada tem maior densidade relativa do que o petróleo, portanto, num reservatório petrolífero a água encontra-se por baixo do petróleo; as rochas armazém têm de ser porosas e permeáveis e o argilito (podendo ser uma rocha porosa) é uma rocha praticamente impermeável; uma rocha-cobertura não pode ser permeável, caso contrário não havia a acumulação de petróleo; as rochas-mãe são rochas sedimentares e o granito é uma rocha magmática.

64.6. Resposta **(D)**
A radiação ultravioleta é emitida pelo Sol, a utilização de combustíveis fósseis não interfere com a emissão da radiação ultravioleta; a utilização de combustíveis fósseis aumenta o teor de dióxido de carbono atmosférico, que conduz ao aumento da absorção da radiação infravermelha e, por conseguinte, ao aumento progressivo do efeito de estufa.

64.7. Resposta **(D)**
Os carvões resultam, na grande maioria dos casos, da incarbonização de detritos vegetais, ao abrigo do ar, portanto os detritos vegetais têm de ser rapidamente cobertos por sedimentos, de modo a estarem criadas condições anaeróbias; os carvões formam-se em ambiente continental (lacustre) ou em ambiente de transição (lagunar).

64.8. Resposta: **B, A, C, E, D**

64.9. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- o texto refere que os diferentes tipos de querogénio — I, II, III ou IV —, apresentam, sucessivamente, quantidades decrescentes de hidrogénio, ou seja, o querogénio tipo I-II apresentará um índice de hidrogénio mais elevado do que o querogénio tipo III-IV;
- pela análise da Tabela verifica-se que a amostra (amostra 1) que apresenta um índice de hidrogénio mais elevado (que corresponderá ao querogénio tipo I-II) é aquela que também apresenta um maior potencial gerador.

65.1. Resposta **(C)**
A temperatura do fluido de Chaves atinge 76 °C, logo trata-se de um recurso geotérmico de baixa entalpia (a alta entalpia corresponde a fluidos com temperatura superior a 150 °C), pelo que não é favorável à produção de energia elétrica.

65.2. Resposta **(B)**
A análise da figura mostra que o sistema de falhas de Penacova-Régua-Verín apresenta um deslocamento horizontal, em sentidos opostos, logo trata-se de falhas de desligamento; a direção é NE-SO.

65.3. Resposta **(A)**
A afirmação 1 é falsa — a caulinite resultou da meteorização química dos feldspatos dos granitos; a afirmação 2 é falsa, os feldspatos resultaram da meteorização física dos granitos da região; a afirmação 3 é verdadeira.

65.4. Resposta: **B, C, A, E, D**

65.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a água de Chaves apresenta maior temperatura do que a de Vidago, ou seja, a água de Chaves é hipertermal e a água de Vidago é hipotermal (texto);
- sendo hipertermal, a água de Chaves tem baixa concentração de CO_2 (texto);
- devido à baixa concentração de CO_2, a concentração de catiões na água de Chaves é inferior à registada na água de Vidago (gráfico).

66.1. Resposta **(B)**
As cadeias montanhosas formam-se, habitualmente, devido a movimentos convergentes, aos quais estão associadas situações de metaforismo regional e de espessamento crustal. O estiramento crustal está associado a limites divergentes.

66.2. Resposta **(C)**
No texto é referido que as cristas quartzíticas apresentam fraturas transversais à sua orientação; os quartzitos são rochas pouco porosas e com elevada resistência à erosão.

66.3. Resposta **(D)**
A unidade A é constituída por uma brecha e a unidade B por carvão intercalado em xistos. As brechas têm maior granulometria do que os xistos, logo a granulometria diminuiu. A diminuição da granulometria está associada à diminuição de energia do ambiente sedimentar.

66.4. Resposta **(B)**
O carvão forma-se durante o processo de diagénese. Este processo implica aumento da profundidade (afundimento), aumento da compactação, aumento da pressão litostática e diminuição do teor em água; durante a formação do carvão, o enriquecimento em carbono está associado à perda de voláteis e à atividade de bactérias anaeróbias.

66.5. Resposta **(C)**
A afirmação 1 é falsa — o carvão está intercalado em xistos, rochas de origem detrítica; a afirmação 2 é verdadeira — a unidade C apresenta estratificação entrecruzada, característica de deposição fluvial; a afirmação 3 é verdadeira — os carvões formam-se neste tipo de ambientes.

66.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- o enchimento das cavidades resultantes da exploração permite evitar a fraturação das camadas superiores;
- a estabilidade evita o abatimento do terreno, minimizando os danos nas habitações, bem como os danos nas condutas de água e de saneamento.

67.1. Resposta **(A)**
No texto é referido que as sequências estão separadas por uma superfície carsificada, logo sofreram meteorização química por dissolução.

67.2. Resposta **(C)**
No texto é referido que os organismos fossilizados estão contidos nos fosforitos, que são rochas quimiogénicas. Os organismos foram preservados durante a precipitação dos fosfatos. A deposição de detritos está associada a rochas detríticas. A sedimentação ocorre em ambientes de baixo hidrodinamismo.

67.3. Resposta **(B)**
No texto é referido que se trata de sequências transgressivas. Se ocorre subida do nível do mar, ocorrerá um aumento da sua profundidade o que está relacionado com a diminuição da energia do agente de transporte e, portanto, com sedimentos mais finos.

67.4. Resposta **(B)**
A afirmação 1 é verdadeira — este facto consta no texto; a afirmação 2 é verdadeira — este facto consta no texto; a afirmação 3 é falsa — no texto consta que a datação foi feita com recurso a cinzas vulcânicas, materiais associados a erupções explosivas.

67.5. Resposta **(A)**
No texto é referido que os argilitos apresentam tendência para se dividirem em folhas ou lâminas paralelamente à direção de estratificação. Esta característica é resultante de compactação e da pressão litostática. O argilito é uma rocha sedimentar. Não é feita referência a deformações (quer em regime frágil, quer em regime dúctil).

67.6. Resposta **(D)**
As rochas são recursos minerais não renováveis. As escombreiras são resultantes da acumulação de material que não tem interesse económico (ganga).

67.7. Resposta: **(a) — (4); (b) — (1); (c) — (2)**

67.8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- no final da glaciação ocorreu o degelo acompanhado pelo aumento da meteorização química dos continentes;
- o fósforo transportado para os oceanos levou à precipitação de fosfatos (ou à formação de fosforitos);
- o aumento da quantidade de nutrientes nos oceanos (ou na água) propiciou a proliferação dos seres vivos.

Unidade 0 — DIVERSIDADE NA BIOSFERA

1. Resposta **(A)**
A imagem produzida pelo microscópico é invertida, logo para seguir um ser vivo a platina tem de ser deslocada em sentido contrário ao da movimentação do referido ser. A ampliação não está relacionada com o sentido do movimento.

2. Resposta **(D)**
A afirmação 1 é falsa — o campo de observação diminui com a ampliação; a afirmação 3 também é falsa — a primeira focagem deve ser feita com o parafuso macrométrico e, posteriormente, melhorada com o micrométrico.

3. Resposta **(D)**
As proteínas são compostos orgânicos constituídos por C, H, O e N. Os glúcidos são compostos orgânicos constituídos por C, H, O.

4. Resposta: **(a) — (3); (b) — (1); (c) — (4)**

5. Resposta **(C)**
As moléculas de DNA, localizadas maioritariamente no núcleo de células eucarióticas, formam-se por polimerização (ligação de monómeros) de nucleótidos. Estes nucleótidos são constituídos por uma pentose, um grupo fosfato e uma base nitrogenada.

6. Resposta: **(A) — (7); (B) — (3); (C) — (2); (D) — (8); (e) — (4)**

7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- as condições favoráveis encontradas pelos camelos introduzidos no ecossistema australiano permitiram o crescimento descontrolado da população (praga/espécie exótica infestante);
- o excesso de população interferiu no equilíbrio das espécies nativas, levando à competição com elas e à sua destruição, só remediada com o abate da espécie infestante.

8.1. Resposta **(C)**
Na experiência, o regime alimentar foi diferente em cada um dos grupos de coelhos; os resultados indicaram a presença ou ausência de aterosclerose, consoante o regime alimentar, ou seja, os efeitos dos diversos nutrientes contidos nos alimentos fornecidos. Ao grupo 3 foi fornecida gema de ovo, que é pobre em proteínas e rica em lípidos, o que acrescenta uma variável relativamente aos grupos 1 e 2; caso se pretendesse estudar qual o tipo de proteína que evita o aparecimento de aterosclerose, seria necessário fornecer, a cada um dos grupos, a mesma quantidade de diferentes proteínas (proteína extraída do fluido muscular, proteína extraída da clara de ovo e proteína extraída da gema de ovo). Só o grupo 3 foi alimentado com gema de ovo, não há dados de comparação com os outros grupos relativamente à quantidade de gema de ovo. Em todos os grupos foram aplicados regimes alimentares ricos em água, o que elimina a possibilidade de se pretender estudar o efeito da quantidade de água.

8.2. Resposta **(B)**
Os resultados obtidos na experiência descrita indiciam que os lípidos estimulam a aterosclerose, logo para identificar a substância dever-se-ia proceder à pesquisa dos lípidos presentes na gema do ovo. Por outro lado, utilizar outros animais (introdução de mais uma variável), replicando a experiência anterior, estudar a circulação dos coelhos ou repetir a experiência com quantidades menores de fluidos musculares (que apenas foram utilizados no grupo 1 e não produziram a doença) não permitiria identificar a substância.

8.3. Resposta **(B)**
A variável independente (a que se manipula/varia para verificação dos efeitos) é a idade dos coelhos, logo as diferenças de resultados só se podem dever à referida idade. O regime alimentar e os fatores ambientais não mudaram nos grupos testados. Também não há qualquer informação em relação aos fatores hereditários.

9.1. Resposta **(A)**
Na experiência descrita variou-se o pH dos tanques (variável independente) para estudar os seus efeitos na taxa de mortalidade (variável dependente) das velígeras. O tanque de controlo pretendeu recriar as condições dos oceanos, para que se possam tirar conclusões em relação a uma alteração deste mesmo pH, logo, de acordo com a informação do texto, encontrava-se a pH 8,1**.**

9.2. Resposta **(C)**
O Gráfico 1 mostra que a mortalidade aumenta com a diminuição do pH, ou seja, com a diminuição da alcalinidade (aumento da acidez). Por outro lado, o aumento da concentração de CO_2 (diminuição do pH) provocou um aumento da taxa de velígeras anormais; entre as 96h e as 144 h, no tanque sujeito a pH 7,4, o acréscimo da percentagem de mortalidade das velígeras é menor do que o verificado até às 96 h; entre as 96 h e as 144 h, no tanque com pH 8,1, aumentou a percentagem de velígeras anormais e nos tanques com o pH 7,7 e 7,4 houve uma maior diminuição da percentagem de velígeras anormais.

9.3. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- verifica-se uma maior percentagem de velígeras anormais, isto é, com deformações, nos tanques com água do mar a pH 7,4 e a pH 7,7;
- o aumento da concentração de CO_2 conduz a uma diminuição do pH da água e a uma menor concentração de CO_3^{2-};
- a dissolução do $CaCO_3$ e a redução da capacidade de calcificação da concha provocam a deformação das conchas.

10.1. Resposta **(D)**
O texto refere que os tentilhões já utilizam fibras de algodão para construírem os seus ninhos. Caso as aves transportem para o seu ninho algodão com inseticida, estarão a introduzir o inseticida que poderá permitir o controlo da praga — situação a investigar; o estudo incidiu sobre uma zona demarcada de uma das ilhas do arquipélago e a inventariação dos parasitas aí existentes foi uma das etapas desse estudo, cujos dados não podem ser extrapolados para as outras ilhas Galápagos; o algodão tratado com água foi utilizado como controlo dos efeitos do algodão tratado com inseticida.

10.2. Resposta **(B)**
O estudo descrito pretendeu verificar o efeito da presença/ausência de inseticida (variável independente) no número de larvas recolhidas nos ninhos ou na sobrevivência das crias de tentilhão (variáveis dependentes); Os dispensadores de algodão foram colocados em dois trajetos pré-definidos; a quantidade de algodão existente nos dispensadores foi, também, pré-definida; os ninhos foram pulverizados com concentrações de inseticida a 1% (Ver item 8.3. — Unidade 0).

10.3. Resposta **(A)**
No estudo descrito utilizou-se inseticida (aplicado no algodão ou nos ninhos) para estudar os seus efeitos no controlo da larva da mosca. A água foi utilizada em ambos os grupos de controlo. O grupo experimental é, usualmente, aquele que é sujeito aos efeitos das variáveis (independentes) em estudo. O grupo de controlo utiliza-se como grupo de referência que permite fazer comparações e comprovar que os efeitos verificados (variáveis dependentes) se devem à manipulação da variável independente.

10.4. Resposta **(A)**
Os resultados mostram que a partir de cerca de um grama de algodão com inseticida, praticamente não existem parasitas (com exceção de um ninho com uma quantidade insignificante de larvas). Por outro lado, quando as quantidades de algodão são inferiores a um grama, regista-se a presença de um número considerável de parasitas; quando se utiliza algodão tratado com água regista-se

uma dispersão no número de parasitas, que permite concluir que este fator não influência a sua presença/ausência; existe um caso em que o ninho tem mais de três gramas de algodão e em que se regista um pequeno número de parasitas.

10.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• nos ninhos pulverizados com inseticida, cerca de 80% (50 em 60) das crias cresceram até se tornarem voadoras, enquanto nos ninhos pulverizados com água apenas cerca de 50% (29 em 54) das crias sobreviveram (ou se tornaram voadoras), concluindo-se que nos primeiros sobreviveram mais crias do que nos segundos;
• a utilização do inseticida contribui para o controlo de *P. downsi*, que nestas ilhas não tem predadores, nem competidores naturais, pois são uma espécie invasora.

Unidade 1— OBTENÇÃO DE MATÉRIA

1. Resposta **(B)**
A água passa, por osmose, de meios hipotónicos para meios hipertónicos. Se o meio de montagem fica hipotónico, o interior da célula ficará hipertónico. A entrada de água provoca a turgidez da célula (a saída provocaria a sua plasmólise).

2. Resposta **(B)**
A água destilada é um meio hipotónico. A água entrará, por osmose, para o interior dos rotíferos (meio hipertónico). Para compensar a referida entrada de água, a bexiga pulsátil terá de aumentar a quantidade de água excretada (Ver item 1**.** — Unidade 1).

3. Resposta **(D)**
Nas algas de água doce, o meio interno é hipertónico em relação ao externo, logo a pressão osmótica é maior no meio interno. Por osmose, a água movimenta-se para o meio com maior pressão osmótica (Ver item 1**.** — Unidade 1).

4. Resposta **(B)**
A acumulação de sais nos vacúolos torna-os mais hipertónicos, logo com maior pressão osmótica. Por osmose, a água tenderá a entrar para os vacúolos e do meio externo para a célula (Ver item 1**.** Unidade 1).

5. Resposta **(A)**
A membrana celular é flexível e, em algumas situações, rompe-se provocando a lise celular. A parede celular das células vegetais é rígida, é formada por um polissacarídeo estrutural (a celulose), que impede a lise celular. O polissacarídeo de reserva na maioria das plantas é o amido.

6. Resposta **(A)**
A afirmação 1 é verdadeira — quer na difusão facilitada, quer no transporte ativo, participam proteínas transportadoras, portanto são transportes mediados; a afirmação 2 é falsa — o transporte ativo ocorre contra o gradiente de concentração (do meio hipotónico para o meio hipertónico), logo implica gasto de energia, mas a difusão facilitada ocorre a favor do gradiente de concentração, pelo que não implica gasto de energia; a afirmação 3 é verdadeira — a difusão simples ocorre a favor do gradiente de concentração, sem gasto de energia, pelo que contribui para a anulação desse gradiente.

7. Resposta: Verdadeiras — **A, D, E, G**; Falsas — **B, C, F, H**.

8. Resposta: **B, E, A, D, C**

9. Resposta **(B)**
Na fagocitose, a célula forma prolongamentos da membrana que envolvem as macromoléculas, possibilitando a sua passagem para o meio intracelular. Devido à sua dimensão e natureza, as macromoléculas não podem atravessar a membrana plasmática, nem pela bicamada fosfolipídica, nem através de proteínas transportadoras (difusão facilitada).

10. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• o equilíbrio interno da célula requer, em algumas situações, uma diferença de concentração entre o meio intracelular e o meio extracelular;
• o transporte ativo propicia a formação de um gradiente de concentrações / diferença de concentrações entre o meio intracelular e o meio extracelular (com consumo de ATP).

11.1. Resposta **(C)**
De acordo com o texto, variou-se a concentração de sacarose a que os cilindros de batata foram sujeitos (variável independente), logo a experiência pretendeu avaliar os efeitos da concentração do meio externo. Por outro lado, os cilindros foram imersos durante

o mesmo intervalo de tempo e tinham igual diâmetro inicial. O ângulo de curvatura das células depende (variável dependente) do potencial hídrico destas.

11.2. Resposta **(A)**
A água movimenta-se, por osmose, de meios hipotónicos para meios hipertónicos. Quando as concentrações do meio externo são maiores, a água deverá sair das células, diminuindo a pressão de turgescência. Esta diminuição provocará um aumento no grau de curvatura dos cilindros. O gráfico mostra que quando a concentração da solução de sacarose do meio exterior é de 0,5 molar, os cilindros apresentam um grau de curvatura considerável (40 º), enquanto para concentrações inferiores a 0,3 molar os cilindros não curvam. A referida curvatura mostra que a água saiu das células, o que, de acordo com o que foi dito, só acontecerá se a pressão osmótica do meio exterior (em que se variou a concentração de sacarose) for superior à pressão osmótica do meio intracelular. Por outro lado, para concentrações superiores a 0,3 molar aumenta o grau de curvatura, logo diminui a pressão de turgescência; quando colocados a 0,1 molar, os cilindros não curvam, enquanto a 0,4 molar curvam, logo a pressão de turgescência em 0,1 molar é maior, devido ao facto de as células terem maior quantidade de água; a redução da pressão de turgescência conduz à diminuição da elasticidade dos cilindros, pois aumenta o grau de curvatura e verifica-se que os cilindros, a partir de 0,3 molar, não recuperam a forma.

11.3. Resposta **(A)**
As proteínas intrínsecas facilitam o transporte membranar de substâncias, verificando-se que, ao contrário das extrínsecas, atravessam a dupla camada. Por outro lado, estas proteínas participam nos transportes mediados, como a difusão facilitada. As proteínas, assim como os fosfolípidos, podem movimentar-se, conferindo plasticidade à membrana.

12. Resposta **(C)**
A minhoca tem digestão extracelular, num tubo digestivo completo (duas aberturas), o que possibilita a deslocação de alimentos num único sentido. A prega dorsal (tiflossole) aumenta a área de absorção.

13. Resposta **(D)**
O tubo digestivo dos peixes é uma cavidade que tem duas aberturas (boca e ânus). A digestão é extracelular (fora das células) e dela resultam os nutrientes (moléculas de pequena dimensão) que são absorvidos maioritariamente ao longo do intestino.

14. Resposta **(C)**
A digestão nos peixes é extracelular (fora das células) e ocorre num tubo digestivo completo, ou seja, com duas aberturas (Ver item 13. — Unidade 1).

15. Resposta **(C)**
O amido é um polissacarídeo, pois é formado pela polimerização da glucose; na fotossíntese, a produção de açúcar acontece durante o ciclo de Calvin; a fotofosforilação ocorre durante a fase fotoquímica da fotossíntese.

16. Resposta **(B)**
Na fase fotoquímica (diretamente dependente da luz) ocorre a oxidação (fotólise) da água, a redução de $NADP^+$ e a fotofosforilação do ADP (com produção de ATP); a redução de CO_2 acontece no ciclo de Calvin e a descarboxilação é uma reação característica da respiração celular.

17. Resposta **(A)**
A luz provoca a oxidação (perda de eletrões, cisão, fotólise) da água e a libertação de O_2; os eletrões e os protões (resultantes do hidrogénio) ficam na célula, sendo transferidos para o $NADP^+$; a energia que a plantas refletem é de comprimento de onda correspondente ao verde (o que justifica a cor verde da clorofila); a fixação de CO_2 ocorre no ciclo de Calvin (fase não dependente diretamente da luz).

18. Resposta **(D)**
Na fase diretamente dependentes da luz, o $NADP^+$ é reduzido em NADPH (Ver itens 16. e 17. Unidade 1).

19. Resposta **(C)**
A incorporação (redução) do CO_2 ocorre no ciclo de Calvin - fase não dependente diretamente da luz (Ver itens 17. e 18. - Unidade1

20. Resposta **(D)**
A fotossíntese e a quimiossíntese são processos de obtenção de energia necessária à produção de matéria orgânica a partir de carbono inorgânico, o que implica a fixação deste. O oxigénio é um subproduto da fotossíntese, processo em que se gera um fluxo de eletrões no cloroplasto.

21. Resposta: **C, B, E, A, D**

22. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• nestes ecossistemas não existe luz, logo não há organismos fotossintéticos;
• a oxidação de matéria mineral, através da quimiossíntese, permite a obtenção da energia necessária à produção de matéria orgânica.

23.1. Resposta **(B)**
Seres quimiotróficos são aqueles cuja fonte de energia são compostos químicos (neste caso minerais). Seres fototróficos são aqueles cuja fonte de energia é a energia luminosa. No suporte é referido qua as bactérias das fontes hidrotermais obtêm energia a partir da oxidação de sulfuretos, logo de substratos minerais.

23.2. Resposta **(B)**
Tal como foi dito no comentário ao item anterior, as bactérias oxidam sulfuretos, ou seja retiram eletrões provenientes deste substrato mineral, que constitui, portanto, a sua fonte de eletrões.

23.3. Resposta **(D)**
O texto esclarece que as bactérias hipertermófilas têm alterações ao nível dos fosfolípidos, mais concretamente nos ácidos gordos (tamanho das caudas e saturação). Os fosfolípidos são moléculas anfipáticas que apresentam uma extremidade hidrofílica (polar) e outra hidrofóbica (apoiar); as caudas, formadas por ácidos gordos, constituem a zona hidrofóbica.

23.4. Resposta: **[A], B, E, D, C, F**

23.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• *Riftia pachyptila* no estado adulto não possui boca, pelo que não tem possibilidade de captar / ingerir matéria orgânica proveniente do exterior;
• *Riftia pachyptila* absorve sulfuretos necessários para a síntese de matéria orgânica pelas bactérias;
• as bactérias simbiontes fornecem a matéria orgânica necessária a *Riftia pachyptila*.

24.1. Resposta **(D)**
As plantas que foram submetidas a concentrações normais (concentração atmosférica) de CO_2 foram as do lote 1 (Tabela). O gráfico mostra que estas plantas têm maior velocidade de assimilação de CO_2 (produzem mais matéria orgânica, logo crescem mais) à temperatura de 30 °C.

24.2. Resposta **(A)**
Verifica-se (gráfico) que, para a mesma temperatura, as plantas do lote 2 (submetidas a concentrações saturantes de CO_2) têm maior velocidade de assimilação de CO_2 (maior taxa de fotossíntese / maior produção de matéria orgânica / maior crescimento) do que as plantas do lote 1, logo as diferenças devem-se à quantidade de CO_2 disponível. Por outro lado, o texto refere que as condições de humidade e intensidade luminosa foram semelhantes e não limitantes, nos dois lotes, logo estes fatores (tal como a temperatura) não podem ser utilizados para justificar as diferenças / os resultados obtidos.

24.3. Resposta **(A)**
As diferenças verificadas nos ensaios do lote 2 devem-se exclusivamente à temperatura, pois, nos ensaios de cada um dos lotes, não se variou a luz, a humidade ou o CO_2 (a variação da concentração deste gás ocorreu nos ensaio do lote 1, relativamente aos ensaios do lote 2 — não se variou a concentração nos ensaios efetuados em cada um dos lotes).

24.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a taxa de fotossíntese foi sempre mais elevada no lote de plantas sujeitas a uma atmosfera saturada em CO_2, independentemente dos valores de temperatura;
• quando o CO_2 está disponível em quantidades não limitantes, permite taxas de fotossíntese mais elevadas, independentemente dos valores da temperatura.

25.1. Resposta **(B)**
No texto está expresso que as orvalhinhas, para completar a sua nutrição, necessitam de aminoácidos. Estes monómeros são os constituintes das proteínas.

25.2. Resposta **(C)**
A digestão ocorre sobre as folhas, que se curvam para envolver a presa, seguindo-se a ação de enzimas digestivas libertadas pelas glândulas, portanto a digestão é extracorporal (fora do corpo) e extracelular (fora da célula).

26.1. Resposta **(D)**
A variável dependente é aquela cujos efeitos estão a ser observados. No estudo descrito fazem-se variar as concentrações de fosfato e de nitrato do meio (variáveis independentes) e mediram-se os efeitos dessas variações na concentração de células (densidade ótica) em cada suspensão — variável dependente. A luminosidade e a duração da atividade não se fizeram variar.

26.2. Resposta: Concentrações: nitrato — 85,0 $mg.L^{-1}$; fosfato — 8,7 $mg.L^{-1}$

26.3. Resposta **(C)**
A repetição de uma atividade experimental contribui para o aumento da sua fiabilidade porque permite descartar possíveis resultados ocasionais. O facto de as medições terem sido feitas ao fim de 4 dias não interfere com a fiabilidade (as medições poderiam ter sido feitas ao fim de um outro período). As outras opções relacionam-se com características das algas.

26.4. Resposta **(A)**
A densidade ótica de *C. astroideum* tem valores muito baixos quando a concentração de fosfato é de 0,0 $mg.L^{-1}$ comparativamente com concentrações superiores desse nutriente, o que significa que a sua multiplicação celular (crescimento) foi afetada.

26.5. Resposta **(D)**
A afirmação 1 é falsa — a fonte de eletrões para a produção de matéria orgânica é a água; a afirmação 2 é verdadeira — os nucleótidos possuem um grupo fosfato e uma base azotada ligados à pentose; a afirmação 3 é verdadeira — na fase dependente da luz ocorre fotofosforilação do ADP, produzindo-se ATP.

26.6. Resposta **(C)**
As microalgas utilizadas no estudo são de água doce, logo o seu meio interno é hipertónico em relação ao meio externo, apresentando pressão osmótica superior. A água tende a entrar para as células (meio hipertónico) por osmose (Ver item 1. — Unidade 1).

26.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- os resultados mostram que *C. astroideum* é a alga menos afetada num meio sem fosfato ou pobre em fosfato;
- as algas são produtores ou seja, estão na base da cadeia alimentar, transformam carbono inorgânico em carbono orgânico, garantindo o fornecimento de matéria orgânica (alimento) aos níveis tróficos seguintes.

Unidade 2 — DISTRIBUIÇÃO DE MATÉRIA

1. Resposta **(B)**
A seiva elaborada ou floémica é produzida, fundamentalmente, ao nível das folhas e armazenada nos órgãos de reserva (raízes, frutos...); para que o movimento desta seiva seja ascendente, os frutos terão de estar localizados acima das folhas; a transpiração e a absorção radicular estão relacionadas com o movimento da seiva xilémica.

2. Resposta **(A)**
A saída de vapor de água, através dos ostíolos estomáticos, provoca uma tensão, que em conjunto com a coesão e a adesão, é responsável pela manutenção do fluxo contínuo de água; a diminuição da pressão osmótica na raiz dificulta a absorção radicular, além disso, o stresse hídrico deverá provocar um aumento da pressão osmótica no córtex da raiz e não uma diminuição; a coesão das moléculas de água resulta da sua natureza polar e do estabelecimento de ligações entre essas moléculas.

3. Resposta **(C)**
A diferença na espessura das paredes celulares da células-guarda (mais espessas junto do ostíolo), e o aumento da respetiva pressão de turgescência, provoca a abertura dos estomas.

4. Resposta **(C)**
A autotrofia e a heterotrofia estão relacionadas com a fonte de carbono que um ser vivo utiliza para a síntese de matéria orgânica. *Cuscuta pentagona* alimenta-se de matéria orgânica que suga da planta hospedeira e não tem clorofila (não faz fotossíntese), logo necessita de uma fonte externa de carbono orgânico, sendo heterotrófica; os seres autotróficos utilizam carbono inorgânico na síntese da matéria. orgânica; por outro lado, a fotossíntese/fototrofia/captação de energia luminosa estão relacionadas com a fonte de energia que os seres utilizam; a matéria orgânica da planta hospedeira circula através do floema e não do xilema (seiva bruta).

5. Resposta: **(A) — (6); (B) — (3); (C) — (5); (D) — (1); (e) — (2)**

6. Resposta: **C, B, E, A, D**

7. Resposta: **[A], D, F, C, B, E**

8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a glucose produzida nas células do mesófilo foliar (tecido fotossintético da folha) é transformada em sacarose que é transportada ativamente para os tubos crivosos (floema);

• a entrada de sacarose nos tubos crivosos provoca um aumento de pressão osmótica no interior dos mesmos, o que provoca a entrada de água proveniente do xilema;
• devido à entrada de água, aumenta a pressão de turgescência, forçando o deslocamento da seiva floémica para a célula seguinte;
• a sacarose é transportada deste modo até aos órgãos de consumo. Com a saída da sacarose do floema para os órgãos de consumo, ocorre uma diminuição da pressão osmótica nos tubos crivosos, o que provoca a saída de água para as células vizinhas.

9. Resposta **(C)**
Como o sangue passa uma única vez no coração em cada ciclo circulatório (percorre um único circuito), a circulação nos peixes é simples. Ao coração chega sangue venoso que passa para as brânquias. Nos animais que apresentam circulação dupla, a circulação pode ser incompleta ou completa.

10. Resposta **(A)**
Em alguns moluscos e nos insetos o sistema circulatório é aberto. Nestes casos o fluido circulatório abandona os vasos e flui para as lacunas. Como não há diferença entre sangue e linfa, alguns autores designam o fluido por hemolinfa.

11. Resposta **(B)**
Nos vertebrados o sangue circula sempre em vasos sanguíneos (sistema circulatório fechado). Uma parte do sangue (plasma e leucócitos) abandona os vasos sanguíneos e passa a constituir a linfa intersticial, que banha as células. Parte desta linfa é drenada para os vasos linfáticos. A função das válvulas é evitarem o refluxo do sangue, ou seja, possibilitar que a circulação se faça no sentido correto (Ver item 10. — Unidade 2).

12. Resposta **(C)**
Quer nos répteis, que nas aves, a circulação é dupla, pois, em cada ciclo circulatório, o sangue passa duas vezes no coração (circulação sistémica e circulação pulmonar). Nas aves a circulação é completa (nos répteis é incompleta), pois não existe mistura de sangues (o coração tem quatro cavidades). Ao evitar a mistura de sangues, a circulação completa aumenta a eficiência no fornecimento do O_2 aos tecidos.

13. Resposta **(A)**
A linfa intersticial forma-se a partir do sangue. Uma parte desta retorna, diretamente, ao sangue e outra passa para os vasos linfáticos regressando, posteriormente, ao sangue. Este fluido banha as células e é responsável pela disponibilização das substâncias necessárias (nutrientes e O_2), bem como pela recolha dos produtos do metabolismo.

14. Resposta: **(A) — (6); (B) — (2); (C) — (8); (D) — (3); (e) — (1)**

15.1. Resposta **(D)**
A variável independente é aquela que o investigador varia/manipula de forma a poder estudar os seus efeitos. De acordo com o texto, as plantas foram submetidas a diferentes regimes de irrigação que alteraram a humidade do solo, logo esta é a variável independente. Por outro lado, a humidade relativa na estufa foi mantida dentro de valores constantes e as variações das taxas de transpiração e fotossintética dependem dos regimes hídricos, logo estas taxas são variáveis dependentes.

15.2. Resposta **(A)**
No 8.° dia, a taxa de transpiração no grupo B desceu. Esta descida estará relacionada com o fecho dos estomas, que, por sua vez, ocorre por diminuição da pressão osmótica, que conduz à saída de água por osmose e, consequentemente, à diminuição da pressão de turgescência das células-guarda. As restantes condições previstas nas alternativas conduziriam à entrada de água e à turgescência das células-guarda, provocando a abertura estomática e o aumento da transpiração (Ver item 3. — Unidade 2).

15.3. Resposta **(A)**
As condições descritas (transpiração constante e relativamente elevada) implicam que os estomas estejam abertos, ou seja, que as células-guarda estejam túrgidas devido à entrada de água. Como a osmose ocorre de meios de menor pressão osmótica, para meios de maior pressão osmótica, esta pressão terá de ser mais elevada no interior das referidas células. Para manter a pressão osmótica elevada (meio hipertónico) as células aumentam a concentração de solutos no seu interior, através do transporte ativo. Este tipo de transporte implica dispêndio energético.

15.4. Resposta **(B)**
Após o 14.° dia, no grupo B, verifica-se o aumento da taxa fotossintética, logo da produção de açúcares. Estes açúcares são produzidos por redução do CO_2, logo a sua assimilação aumentará. A seiva elaborada (que contém açúcares) circula através do floema, constituído por tubos crivosos. Os vasos lenhosos fazem parte do xilema e, nestes vasos, não circulam açúcares.

15.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• o grupo submetido a stresse hídrico durante os primeiros onze dias comportou-se de forma idêntica ao grupo de controlo, que estava a ser irrigado, ou seja, só ao fim de onze dias a planta manifestou alterações bruscas nas taxas de transpiração e de fotossíntese;
• o grupo submetido a stresse hídrico apresentou um curto período de recuperação necessário para igualar o comportamento do grupo de controlo / as taxas de transpiração e de fotossíntese do grupo de controlo.

16.1. Resposta **(B)**
O suplemento contém aminoácidos. Estas moléculas são os monómeros que constituem as proteínas. As vias anabólicas, como por exemplo a síntese proteica, permitem a síntese de moléculas complexas, a partir de moléculas simples (com consumo de energia). As vias catabólicas, como por exemplo a respiração celular, permitem a degradação de moléculas complexas, com libertação de energia.

16.2. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a anofelina inibe a trombina;
- sem trombina não ocorre a formação de fibrina, impedindo-se a formação de coágulos;
- a minimização da formação, ou a não formação de coágulos, poderá ser utilizada para prevenir e tratar doenças cardiovasculares.

Unidade 3 — TRANSFORMAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ENERGIA PELOS SERES VIVOS

1. Resposta **(A)**
Nas reações catabólicas degradam-se substâncias, obtendo-se energia. No anabolismo transformam-se substâncias simples em complexas, com consumo de energia. Os animais são quimioheterotróficos, logo obtém energia (e carbono) a partir das substâncias orgânicas.

2. Resposta **(D)**
A biossíntese implica produção de substâncias, logo ocorre em vias anabólicas, portanto com consumo de energia. Ver item anterior.

3. Resposta **(B)**
Se há, globalmente, produção de ATP, então trata-se de uma via catabólica, tendo havido degradação de substâncias. Na respiração celular, o aceitador final de eletrões é o O_2 (o O_2 é reduzido), formando-se H_2O, um dos produtos da respiração celular.

4. Resposta **(A)**
A produção de ATP na respiração celular, ocorre através da oxidação de substâncias orgânicas (por exemplo a glucose). Trata-se de um conjunto de reações de degradação de substâncias, com libertação de energia, logo uma via catabólica (Ver itens 2. e 3. — Unidade 3).

5. Resposta **(A)**
Em situação de exercício físico intenso, a quantidade de O_2 disponível para as células é insuficiente, ocorrendo fermentação lática. Em situações normais, quando a quantidade de O_2 é suficiente, as células fazem respiração aeróbia (processo que só ocorre em presença deste gás).

6. Resposta **(D)**
A afirmação 1 é verdadeira — a glucose, quando absorvida em excesso é transformada em glicogénio; A afirmação 2 é falsa — os insetos têm um sistema circulatória aberto, logo a distribuição da glucose é menos eficaz do que nos mamíferos, que têm sistema circulatório fechado; A afirmação 3 é falsa em condições anaeróbias, ocorre a fermentação (oxidação incompleta da glucose) que, apesar de ser menos eficiente do que a respiração celular, fornece energia metabólica às células.

7. Resposta **(D)**
A via metabólica de elevado rendimento é a respiração celular. Neste processo, verifica-se, ao longo da cadeia respiratória, a oxidação de NADH, cujos eletrões vão reduzir o O_2, produzindo-se H_2O. Por outro lado, a oxidação da glucose com produção de etanol, constitui a fermentação alcoólica; o lactato é um produto da fermentação láctica e o piruvato é oxidado na mitocôndria.

8. Resposta: **C**, **E**, **A**, **B**, **D**

9. Resposta **(C)**
Na difusão indireta, os gases chegam às células através do fluido circulante. Nos insetos a difusão de gases é direta, ou seja, os gases passam do exterior para as células, sem intervenção de um fluido. Este tipo de difusão pressupõe que as células estejam próximas do meio externo, para que as trocas gasosas não fiquem comprometidas.

10. Resposta **(A)**
O Homem e o mosquito efetuam respiração aeróbia; no Homem a difusão é indireta; a digestão é extracelular, tanto no Homem como no mosquito; o fluido circulante é transportado em vasos e em lacunas apenas no inseto, pois possui sistema circulatório aberto (no Homem em que o sistema circulatório é fechado o fluido circulante é transportado em vasos sanguíneos e linfáticos).

11. Resposta **(C)**
O sistema circulatório dos insetos é aberto (o fluido circulante / sangue abandona os vasos). Por outro lado, a difusão é direta (do exterior para as células, através de traqueias), logo o fluido não transporta os gases respiratórios (Ver item 9. — Unidade 3).

12. Resposta **(A)**
A afirmação 1 é falsa — na rã, os gases passam do exterior para o sangue, logo a difusão é indireta; a afirmação 2 é verdadeira — na raposa, assim como em todos os animais com difusão indireta, as superfícies respiratórias têm de ser húmidas (para permitir a difusão dos gases) e muito vascularizadas (para facilitar as trocas entre o sangue e exterior); a afirmação 3 é verdadeira — na minhoca a difusão é indireta, logo o sistema circulatório participa no processo.

13. Resposta **(A)**
Nas aves o sangue participa no transporte de gases às células, logo a difusão é indireta. Neste tipo de difusão, as superfícies respiratórias são sempre muito vascularizadas. Por outro lado, as superfícies respiratórias são húmidas e apresentam pouca espessura, características que facilitam a hematose (Ver item 11**.** — Unidade 3).

14. Resposta **(B)**
Na minhoca, as trocas gasosas ocorrem através da superfície corporal (tegumento). Os gases respiratórios passam para um fluido circulante (sangue), pelo que a difusão é indireta. As traqueias existem nos insetos onde a difusão é direta (os gases passam diretamente para as células).

15. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• quando as leveduras realizam respiração aeróbia, o saldo energético, por molécula de glucose consumida, é relativamente elevado / de 38 moléculas de ATP;
• retirando o oxigénio do meio, as leveduras seguem a via fermentativa, onde, por cada molécula de glucose, o saldo energético é menor / de 2 ATP;
• quanto menor for a quantidade de ATP / energia disponível, menor é a taxa de multiplicação das leveduras.

16. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• quanto maior for a taxa de respiração aeróbia, maior será o consumo de oxigénio e de nutrientes energéticos pelas células e maior a libertação de dióxido de carbono;
• o aumento da velocidade de hematose, ao nível pulmonar, permite aumentar a quantidade de O_2 no sangue e diminuir a quantidade de CO_2 no sangue;
• o aumento da frequência cardíaca conduz a um aumento da velocidade da circulação sanguínea, permitindo a renovação do fluido intersticial junto às células.

17. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a acumulação das gotículas de mucilagem conduz à obstrução das traqueias / dos espiráculos dos insetos;
• a obstrução das traqueias impede que ocorram as trocas gasosas / ocorra a difusão direta de gases;
• deste modo o oxigénio não chega às células e por isso ocorre uma diminuição da taxa de respiração aeróbia / da síntese de ATP.

18.1. Resposta **(B)**
O texto refere que o colibri armazena lípidos. Os triglicerídeos são lípidos que têm na sua constituição ácidos gordos. O glicogénio é um polímero de glucose.

18.2. Resposta **(A)**
A cadeia respiratória ocorre na mitocôndria. Nesta fase da respiração celular, o oxigénio é reduzido originando água. Se a cadeira respiratória está muito ativa (para que haja produção de muito ATP) é necessário um aumento da quantidade / consumo de oxigénio. Por outro lado, a glicólise ocorre no citoplasma e o oxigénio não intervém nesta etapa da degradação da glucose.

18.3. Resposta **(C)**
O gráfico mostra que a uma pequena massa corporal, corresponde uma elevada taxa metabólica, logo a taxa metabólica varia na razão inversa da massa corporal.

18.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a quantidade de energia exigida na atividade migratória do colibri implica uma grande produção de ATP;
• o número elevado de glóbulos vermelhos permite o fornecimento de uma maior quantidade de O_2 às células, por unidade de tempo;
• com maior disponibilidade de O_2 e um número elevado de mitocôndrias, é aumentada a taxa respiratória ao nível das células musculares.

19.1. Resposta **(A)**
No texto é dito que as glândulas excretam sal com gasto de energia. Se há gasto de energia, então o transporte é ativo (contra gradiente de concentração e com gasto de ATP). O transporte ativo ocorre com intervenção de proteínas (mediado). Por outro lado, a difusão facilitada ocorre a favor do gradiente de concentração, sem gasto de energia (Ver item 6. Unidade 1).

19.2. Resposta **(C)**
As células da raiz das plantas do mangai têm de respirar (necessitam de oxigénio), no entanto estão submersas grande parte do tempo. De acordo com o texto, as lentículas permitem a difusão de gases para as raízes subterrâneas. Este processo garante o fornecimento do oxigénio, mesmo quando as raízes estão cobertas de água.

19.3. Resposta **(B)**
As lentículas permitem que as células da raiz obtenham oxigénio, imprescindível à sua sobrevivência (ver item 19.2. — Unidade 3). O oxigénio é utilizado na produção de ATP que pode servir, entre outros, para a excreção de sal (por transporte ativo). Por outro lado, o O_2 não é utilizado na fotossíntese e o CO_2 não é necessário para a respiração celular, nem para a síntese de ATP. O CO_2 é fundamental para a fotossíntese.

19.4. Resposta: A pressão osmótica aumentaria.

20.1. Resposta **(C)**
Os óleos são formados por ácidos gordos e glicerol. As restantes biomoléculas que constam nas alternativas não pertencem ao grupo dos lípidos.

20.2. Resposta **(D)**
As moléculas necessárias para o funcionamento do ciclo de Calvin (etapa de produção da matéria orgânica) são o CO_2 (que se difunde pelos estomas) e o ATP e o NADPH, que se formam na fase dependente diretamente da luz. Nesta fase, o O_2, proveniente da degradação da molécula de H_2O, é libertado (Ver itens 19. e 20. — Unidade 1).

20.3. Resposta **(A)**
Para que ocorra divisão celular é necessária uma grande produção de proteínas que são formadas por ribossomas, associados ao retículo endoplasmático.

20.4. Resposta **(D)**
O texto refere que se diminui o catabolismo dos lípidos. O catabolismo implica degradação de substâncias complexas em simples, logo se diminui o catabolismo, diminui a degradação de lípidos. O texto também refere que se bloqueiam as vias responsáveis pela acumulação de amido. O amido (um glúcido) é um polissacarídeo que resulta da polimerização da glucose. As reações de polimerização ocorrem em vias anabólicas (transformação de substâncias simples em substâncias complexas), logo ocorre bloqueio das vias anabólicas dos glúcidos (Ver item 1**.** — Unidade 3).

20.5. Resposta: **C, E, A, B, D**

21.1. Resposta **(D)**
As variáveis dependentes são aquelas cujos resultados/efeitos estão a ser observados/ avaliados, em função da manipulação das variáveis independentes. No estudo descrito, avaliou-se a produção de ácido láctico e de ácido acético (variáveis dependentes) em função de três tratamentos que diferiam na cultura de arranque utilizada (variável independente). Por outro lado, durante o estudo não se fizeram variar (entre cada um dos ensaios) nem o tipo de vegetais usados, nem a temperatura de incubação.

21.2. Resposta **(A)**
O texto refere que a mistura de vegetais que serviu para preparar os três ensaios não foi sujeita a esterilização, portanto todos os ensaios terão de ter «flora indígena». As restantes alternativas correspondem a procedimentos que não aconteceram na investigação descrita.

21.3. Resposta **(D)**
A diminuição da concentração de ácido láctico, nos ensaios B e C, ocorreu a partir do 7.º dia, logo ao mesmo tempo. A análise dos gráficos permite concluir que as restantes alternativas estão incorretas.

21.4. Resposta: **C, E, B, A, D**

21.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- no ensaio sem inoculação e no ensaio com a cultura F3 houve produção de ácido acético; no ensaio com a cultura COOP não houve produção de ácido acético, pelo que não se deverá escolher a cultura COOP;

• comparando os ensaios A (sem inoculação) e C (com a cultura F3), verifica-se que a fermentação (a produção de ácidos) se iniciou mais cedo no ensaio C, ou seja, é com a cultura F3 que se atinge uma maior rapidez de acidificação do meio, o que conduz a uma melhor conservação dos vegetais;
• portanto, o processo que deverá ser utilizado na fermentação industrial de misturas de vegetais corresponde ao utilizado no ensaio com a utilização da cultura F3.

22.1. Resposta **(A)**
O texto refere que existem prótidos, na saliva de alguns animais, que impedem os polifenóis de se ligarem às proteínas. Os prótidos são compostos quaternários (C, H, O e N). As ligações glucosídicas formam-se entre glúcidos.

22.2. Resposta **(B)**
O texto refere que os polifenóis provocam a precipitação das proteínas no tubo digestivo dos animais e que a minhoca possui substâncias que bloqueiam a ação dos polifenóis, logo impedem a precipitação das proteínas, mantendo a sua solubilidade.

22.3. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a atividade das minhocas, através da construção de galerias, contribui para o aumento da porosidade do solo, favorecendo o seu arejamento;
• o aumento de O_2 no solo favorece o aumento da atividade dos decompositores, como as bactérias aeróbias;
• as bactérias aeróbias transformam a matéria orgânica em matéria inorgânica, que fica disponível para as plantas.

Unidade 4 — REGULAÇÃO NOS SERES VIVOS

1. Resposta **(A)**
Se o rato é homeotérmico, então é capaz de manter a sua temperatura corporal relativamente constante, independentemente das variações do meio externo. Regra geral, a manutenção da temperatura implica consumo de energia. Se a temperatura exterior diminuir, o rato terá de produzir mais energia (ATP), logo terá de aumentar a sua taxa respiratória, consumindo mais oxigénio e mais glucose (endotérmico — o metabolismo celular contribui para a regulação da temperatura).

2. Resposta **(C)**
Um animal endotérmico gasta uma considerável quantidade de ATP (energia), para manter a sua temperatura corporal. A circulação dupla e completa, ao ser mais eficiente do que as restantes, permite fornecer às células o oxigénio e os nutrientes necessários à endotermia.

3.1. Resposta **(A)**
A variável independente é aquela que é manipulada deforma a estudar os seus efeitos/resultados, sendo representado no eixo dos xx. Na experiência descrita, variou-se a temperatura (variável independente) e observou-se o seu efeito na frequência cardíaca (variável dependente).

3.2. Resposta **(B)**
A experiência mostra que o número de batimentos cardíacos depende da temperatura, logo pode concluir-se que a sua temperatura interna e a sua atividade metabólica dependem da temperatura externa (animal ectotérmico).

3.3. Resposta **(C)**
No texto é referido que o fluido circulante sai dos vasos e se dispersa por lacunas. Se o fluido circulante abandona os vasos, então o sistema circulatório é aberto. Neste tipo de sistema, a velocidade do fluido circulante é menor do que num sistema circulatório fechado.

4.1. Resposta **(C)**
No texto é referido que o volume sanguíneo é mantido à custa do fluido intersticial, logo, ao perder água para o sangue, a pressão osmótica do fluido intersticial aumentará (fica mais hipertónico).

4.2. Resposta **(D)**
A absorção lenta de água permite que esta vá passando progressivamente para o meio interno, possibilitando a sua entrada para os eritrócitos, que ficam mais túrgidos.

4.3. Resposta **(B)**
Na investigação descrita compararam-se animais tosquiados (com pelo curto/cortado), com animais não tosquiados (variável independente), avaliando-se a perda de água (variável dependente), portanto a investigação pretendeu estudar a importância dos pelos na conservação da água.

4.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a investigação realizada em *C. dromedarius* mostrou que os animais que não foram tosquiados perderam menos água por transpiração;
- a pelagem impede que a temperatura atingida à superfície do pelo seja sentida ao nível da pele;
- a pelagem (ao isolar termicamente o animal) diminui as perdas de água por transpiração.

5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- o metabolismo de um réptil não produz energia suficiente que permita regular a sua temperatura interna, por isso é um animal ectotérmico;
- assim, a deslocação para locais sombrios permite ao réptil baixar a temperatura corporal e a deslocação para locais soalheiros contribui para o aumento da mesma.

6. Resposta **(B)**
Os neurotransmissores atuam ao nível do neurónio pós-sináptico, ligando-se a recetores específicos da membrana, o que altera a permeabilidade desta. Esta alteração da permeabilidade provoca uma inversão de cargas elétrica e, portanto, o potencial de ação.

7. Resposta **(A)**
Os neurónios estão polarizados, isto é, apresentam diferença de polaridade entre a membrana interna (carga negativa) e a membrana externa (carga positiva), que é mantida à custa de transporte ativo e da permeabilidade seletiva da membrana. Quando o neurónio é estimulado, altera-se a permeabilidade da membrana e ocorre uma inversão de cargas elétricas, verificando-se a entrada de cálcio e sódio (com carga positiva) que despolarizam a membrana (potencial de ação).

8. Resposta **(D)**
Os neurónios olfativos, tal como outros neurónios ligados a recetores sensoriais, enviam sinais a um centro nervoso, que descodifica a mensagem e envia uma reposta. Os neurónios que ligam os recetores aos centros nervosos designam-se neurónios sensitivos. Os neurónios que ligam os centros nervosos aos efetores designam-se neurónios motores.

9. Resposta: **(A) — (2); (B) — (4); (C) — (1); (D) — (6); (e) — (3)**

10. Resposta **(D)**
A reposição do potencial de repouso implica movimento de iões contra o gradiente de concentração, logo ocorre por transporte ativo. O transporte ativo é um transporte mediado.

11. Resposta: **B, C, A, D, E**

12. Resposta: **B, D, E, A, C**

13. Resposta **(C)**
Os peixes de água doce têm o meio interno hipertónico em relação ao exterior, portanto, ao nível das brânquias, a água entrará por osmose (do meio hipotónico para o hipertónico). Por sua vez, para eliminar o excesso de água, estes peixes produzem grandes quantidades de urina bastante diluída.

14. Resposta **(B)**
A ADH aumenta a permeabilidade das células do tubo coletor (células-alvo), possibilitando uma maior reabsorção de água para o meio interno e consequentemente, uma menor excreção de água (diminuirá a quantidade de urina produzida e esta será mais concentrada).

15. Resposta: Afirmações a favor — **B, C, F**; Afirmações não conclusivas — **A, D, E, G, H**.

16.1. Resposta **(D)**
Nos morcegos a digestão é intracorporal e extracelular. No texto é referido que o sangue ingerido é composto, essencialmente, por proteínas, logo da sua digestão resultam aminoácidos (monómeros constituintes dos prótidos). Os monossacarídeos são os monómeros dos glúcidos.

16.2. Resposta **(A)**
O gráfico mostra que, duas horas após a ingestão de alimentos (relativamente a que se verifica dez minutos antes da ingestão), o morcego tem um maior fluxo de urina e que esta é bastante mais concentrada, logo terá maior quantidade de solutos.

16.3. Resposta **(B)**
O gráfico mostra que, assim que o morcego inicia a ingestão de sangue, a taxa de fluxo de urina aumenta substancialmente, logo a quantidade de ADH terá de se reduzir (Ver item 14. — Unidade 4).

16.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- nos dez minutos iniciais da refeição a taxa de fluxo de urina excretada aumenta;
- este aumento deve-se ao facto de o morcego ingerir grande quantidade de alimento (sangue) rico em água, em pouco tempo.

17.1. Resposta **(C)**
O texto refere que nos «peixes do gelo» os vasos são de grande calibre (diâmetro do lúmen). A alta viscosidade dificulta a circulação do sangue e, portanto, a sua oxigenação e a manutenção da pressão; no entanto, o grande diâmetro do lúmen, facilita essa mesma circulação.

17.2. Resposta **(A)**
A excreção ativa de sais constitui um mecanismo de osmorregulação. O degelo da água do mar torna-a menos hipertónica. A concentração de sais da água do mar irá diminuir, logo entrarão menos sais para o meio interno dos peixes, o que diminuirá a excreção ativa destas substâncias. A absorção passiva de sais não constitui um mecanismo de osmorregulação.

17.3. Resposta **(A)**
Nos insetos, o fluido circulante distribui nutrientes, mas não distribui oxigénio, pois estes animais fazem difusão direta de gases (estes passam das superfícies respiratórias —traqueias — para as células, sem passarem pelo fluido circulante).

17.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- o fluido circulatório dos «peixes do gelo» apresenta elevada viscosidade, o que dificulta o bombeamento do mesmo;
- verifica-se que o tecido muscular cardíaco destes peixes apresenta elevada densidade de mitocôndrias, o que é indicador de grande produção de energia, necessária para o bombeamento do fluido circulatório;
- o tecido em questão é também altamente vascularizado, o que permite o fornecimento de grandes quantidades de oxigénio e nutrientes, necessários para uma elevada taxa respiratória (produção de maior quantidade de energia).

18.1. Resposta: A curvatura (ou o alongamento, ou o crescimento) do coleóptilo (ou das células ou dos tecidos do coleóptilo) resulta da influência de uma substância (ou de uma hormona ou da auxina) produzida no ápice.

18.2. Resposta **(C)**
Caso a experiência tivesse sido realizada na presença de luz, o investigador não poderia concluir se os efeitos observados se deviam à substância em estudo ou à luz. A luz funcionaria como mais uma variável que poderia influenciar os resultados.

18.3. Resposta **(A)**
A afirmação 1 é falsa — a osmose ocorre de meios hipotónicos para meios hipertónicos; a afirmação 2 é verdadeira — se aumenta a quantidade de água na célula, aumenta a pressão que esta exerce sobre a parede celular, portanto aumenta a pressão de turgescência; a afirmação 3 é verdadeira — a entrada de água, por osmose, ocorre do meio com menor concentração de solutos, para o meio com maior concentração de solutos, logo contra gradiente de concentração (Ver itens 1**.** — Unidade 1 e 15.2. — Unidade 2).

18.4. Resposta **(D)**
As fito-hormonas atuam em diversos órgãos da planta (folhas, coleóptilos, frutos...). Os seus efeitos dependem, por exemplo, do local onde atuam, da concentração ou do estado de desenvolvimento da planta.

18.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- dever-se-ia utilizar um bloco de ágar que não tivesse estado em contacto com o ápice de um coleóptilo;
- posteriormente, dever-se-ia colocar esse bloco de ágar, de forma descentrada, num coleóptilo sem ápice.

19.1. Resposta **(B)**
De acordo com o texto, o grupo experimental foi submetido a uma progressiva redução de água e de alimento (variáveis independentes), logo pretendeu-se estudar os efeitos destas restrições nos animais. Os dois grupos foram submetidos a condições semelhantes, no que se refere a temperatura, atividade física e manutenção em cativeiro.

19.2. Resposta **(B)**
Para estudar o efeito de determinado fator pode ser necessário comparar os resultados obtidos, com um grupo em que esse fator não variou. Desta forma, assegura-se (controla-se) que o efeito/resultado obtido (variável dependente), depende do fator alterado/manipulado (variável independente) e não de outro qualquer (variável «parasita»). Na situação descrita para estudar o efeito da restrição de alimento (no grupo experimental), utilizou-se um grupo em que se manteve a quantidade de comida fornecida (grupo de controlo). Por outro lado, o texto refere que se utilizaram apenas fêmeas, que estas se distribuíram aleatoriamente e que não se alterou o tipo de comida fornecida.

19.3. Resposta **(C)**
A análise dos gráficos, relativamente à massa corporal, permite responder ao item.

19.4. Resposta **(D)**
O texto refere que se verificaram reduções na quantidade de urina e um aumento da sua concentração, logo a pressão osmótica aumentou (mais hipertónico). Por outro lado, a redução da quantidade de urina implicou uma maior reabsorção de água do tubo coletor para o sangue.

19.5. Resposta: **B, A, C, E, D**

19.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a progressiva redução de água e de alimento, no grupo experimental, pretendeu simular as condições existentes no deserto, durante o verão;
- a diminuição da TMR e da TPTAE no grupo experimental, na fase de pós-aclimatação, (por referência ao grupo de controlo, ou por referência ao grupo experimental, na fase de pré-aclimatação), mostra que o órix-da-arábia ajusta a sua fisiologia às condições do deserto, no verão.

20.1. Resposta **(C)**
Na investigação descrita variou-se a concentração de inseticidas a que os peixes foram submetidos (variável independente) observando-se os seus efeitos na mortalidade (variável dependente). Os peixes apresentavam o mesmo peso médio e o tempo de exposição ao inseticida não variou (Ver item 21.1 - Unidade 3).

20.2. Os peixes do grupo de controlo não foram submetidos ao tratamento com qualquer inseticida, sendo nulas as concentrações de DDVP e de DTM nestes grupos.

20.3. Resposta **(B)**
Os dados da Tabela 1 mostram que as menores concentrações de DDVP não provocam mortes, enquanto que a concentração de 0,040 µg L^{-1} provoca 100% de mortalidade. Por outro lado, não são fornecidos dados do estudo relativamente à DTM utilizada isoladamente, nem à rapidez com que os inseticidas provocam mortalidade. Os dados mostram que a mistura dos dois inseticidas provoca, em todas as situações apresentadas, 100% de mortalidade.

20.4. Resposta **(A)**
No texto é referido que os inseticidas da classe da DTM retardam a repolarização do neurónio, logo reduzem a diferença de cargas entre as duas faces da membrana, pois mantêm os canais de sódio abertos.

20.5. Resposta **(C)**
No texto está expresso que os inseticidas da classe do DDVP atuam ao nível dos neurotransmissores (componente química do impulso nervoso), enquanto que os inseticidas da classe da DTM atuam nos canais de sódio do axónio (componente elétrica do impulso nervoso).

20.6. Resposta **(D)**
O transporte a favor do gradiente de concentração é passivo, sem gasto de energia, e ocorre através de proteínas, logo é mediado.

20.7. Resposta: **(a) — (3)**; **(b) — (5)**; **(c) — (2)**

20.8. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- concentrações de DDVP de 0,020 µg L^{-1} não causam a morte a nenhum peixe, e concentrações de 0,078 µg L^{-1} de DTM causam a morte de 50% da amostra, enquanto a utilização combinada de 0,005 µg L^{-1} de DDVP e de 0,020 µg L^{-1} de DTM causa a morte de 100% da amostra;
- a inibição das esterases pelo DDVP impede a destruição da DTM, o que possibilita que o efeito desta seja maior.

21.1. Resposta **(A)**
O texto refere que a TTX condiciona o movimento de iões sódio através da membrana celular. Os iões movimentam-se através de proteínas intrínsecas; não é referido qualquer efeito direto da TTX nos neurotransmissores.

21.2. Resposta **(C)**
O texto refere que a TTX dificulta a propagação do impulso nervoso, o que irá condicionar a contração/relaxamento dos músculos que intervêm no processo de ventilação, que fica, deste modo, comprometida; não é feita qualquer referência à reação dos gases com a TTX, às superfícies respiratórias ou à inflamação com consequente obstrução da entrada de ar.

21.3. Resposta **(B)**
O texto refere que a expansão do peixe-balão está dependente da compressão da cavidade bucal e do funcionamento de uma válvula localizada atrás das mandíbulas. O tronco do item refere que o peixe já tem água na boca e que a cavidade bucal comprime. Para que a água seja bombeada para o estômago, a válvula da boca terá de estar fechada (caso contrário a água sairia da boca

para o exterior) e as fendas operculares terão de estar fechadas (caso contrário a água sairia para o exterior pelas fendas operculares).

21.4. Resposta **(D)**
No texto é dito que o peixe é marinho, pelo que a água tem tendência a sair para o exterior, pois desloca-se, por osmose, de meios hipotónicos (meio interno) para meios hipertónicos (meio externo). Para evitar a perda de água, estes peixes reduzem a filtração ao nível dos rins (os glomérulos são reduzidos); os sais entram por difusão e podem ser eliminados por transporte ativo, contra o gradiente de concentração (Ver item 1. — Unidade 1).

21.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a deficiente renovação do ar que está nos pulmões dificultará a difusão dos gases respiratórios e, portanto, a oxigenação do sangue);
- a diminuição da quantidade de oxigénio que chega às células poderá comprometer a respiração celular;
- a morte dos tecidos (ou a morte celular) ocorrerá devido à falta de ATP.

Unidade 5 — CRESCIMENTO E RENOVAÇÃO CELULAR

1. Resposta **(B)**
A síntese proteica ocorre pela seguinte ordem: transcrição de nucleótidos, remoção de intrões (processamento), migração do RNA mensageiro para o citoplasma e tradução de exões (por ribossomas).

2. Resposta **(B)**
Um aminoácido pode ser codificado por vários codões, logo o código é redundante (repetido, no sentido em que há repetição de codões para um determinado aminoácido).

3. Resposta: **(a) — (7); (b) — (5); (c) — (1); (d) — (6); (e) — (4)**

4. Resposta **(B)**
A tradução ocorre sempre por ribossomas. Por outro lado, trata-se de um gene mitocondrial (dentro da mitocôndria), pelo que não se verifica a formação de RNA pré-mensageiro e a transcrição do DNA é feita para moléculas de ribonucleótidos (RNA) e não para desoxirribonucleótidos.

5. Resposta **(C)**
As polimerases catalisam a síntese de polímeros (as hidrolases promovem a sua cisão). O material genético é constituído por DNA. A RNA polimerase catalisa a formação de RNA.

6.1. Resposta **(B)**
Ao fragmento de gene apresentado correspondem os seguintes codões GCU GCA UGG GGA. A tabela do código genético permite fazer a correspondência entre os codões e os aminoácidos Ala, Ala, Trp, Gli.

6.2. Resposta **(C)**
A única alteração é no tripleto final que passou de CCT para CCC. Ao CCC corresponde o codão GGG, que também codifica a glicina, portanto a proteína mantém as características.

6.3. Resposta **(D)**
A primeira etapa da síntese proteica corresponde à transcrição de genes para moléculas de RNA pré-mensageiro (e não de transferência); seguidamente (no caso dos eucariontes, pois nos procariontes não há processamento), ocorre o processamento do RNA pré-mensageiro, formando-se RNA mensageiro (RNA processado) que é depois traduzido por ribossomas (a leitura do RNA mensageiro nunca é aleatória; os diversos codões são lidos sequencialmente). A replicação semiconservativa é necessária para a duplicação do DNA, mas não para a síntese proteica.

6.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- na doença de Kwashiorkor, a falta de proteínas em quantidade normal no sangue torna-o um meio hipotónico em relação ao sangue em situação alimentar adequada;
- a passagem do excesso de água para a cavidade abdominal (edema abdominal) eleva a pressão osmótica do sangue, tendendo a aproximá-la dos valores normais.

7. Resposta: Verdadeiras — **A, B, E, G, H**; Falsas — **C, D, F**.

8. Resposta **(B)**
A quantidade de DNA de uma célula é reduzida para metade durante a anáfase II, verificando-se a divisão dos centrómeros e migração dos cromossomas irmãos (cromatídeos) para poios opostos. O número de cromossomas da célula é reduzido para metade durante a anáfase I.

9. Resposta **(A)**
Apesar de na prófase os cromossomas já estarem bastante condensados, a condensação máxima ocorre na metáfase.

10. Resposta: **(a) — (2); (b) — (6); (c) — (4); (d) — (5); (e) — (8)**

11. Resposta: **B, C, A, E, D**

12. Resposta **(D)**
A diferenciação celular acontece, pois uns genes estão ativos, sendo transcritos, enquanto outros não estão. Este processo, não altera o genoma e depende de fatores do meio.

13. Resposta **(B)**
Os intrões são fragmentos de DNA que não têm informação para a síntese de determinada proteína. Estes fragmentos são removidos durante o processamento do RNA mensageiro e ficam no núcleo. Os exões são exportados para o citoplasma, onde corre a tradução (Ver item 1. — Unidade 5).

14. Resposta **(B)**
Nos procariontes não existe núcleo, pelo que uma das diferenças entre a síntese proteica destes seres e os eucariontes é o processamento do RNA (Ver item 1. – Unidade 5)

15. Resposta **(B)**
A replicação do DNA é semiconservativa. Na primeira geração formar-se-iam moléculas de DNA híbridas (uma cadeia com ^{15}N e uma cadeia com ^{14}N). Na segunda geração formar-se-iam 50% de moléculas híbridas e 50% de moléculas só com ^{14}N, portanto existiriam 50% de moléculas com aquele ^{14}N.

16.1. Resposta **(A)**
Na experiência, células epiteliais foram expostas a timidina radioativa (nucleótido de timina), para avaliar a incorporação deste nucleótido na molécula de DNA, o que acontece durante a sua duplicação (replicação).

16.2. Resposta **(C)**
Os marcadores radioativos permitem seguir as substâncias marcadas.

16.3. Resposta **(D)**
O nucleótido de adenina faz parte, tal como o de citosina e o de guanina, quer do DNA, quer do RNA. O nucleótido de timina só existe no DNA, enquanto o de uracilo só existe no RNA. Ao marcar o nucleótido de adenina, estar-se-ia a seguir, simultaneamente, o DNA e o RNA, não se podendo estabelecer conclusões.

16.4. Resposta **(A)**
Se as concentrações de timidina radioativa ou o tempo de exposição não forem constantes, estar-se-á a introduzir novas variáveis que alterarão os resultados. O aumento do tempo de exposição, ou o aumento da concentração, aumentarão a quantidade de timidina incorporada, introduzindo diferenças nos resultados observados.

16.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- na mitose a célula divide-se, originando duas células-filhas geneticamente idênticas à célula inicial;
- para manter a informação genética constante / número de cromossomas igual / igual quantidade de DNA, a célula, no período S, tem de replicar as moléculas de DNA;
- no processo de replicação do DNA, aquando da formação das novas cadeias, nucleótidos de timina, que se encontram livres no meio, são incorporados nas moléculas de DNA.

17.1. Resposta **(C)**
Só é possível fazer comparações válidas, que permitam tirar conclusões, se se mantiver o maior número possível de parâmetros/fatores inalterados, exceto aquele (variável independente) cujos efeitos se pretendem estudar (variável dependente).

17.2. Resposta **(A)**
A diferença de procedimento nos dois grupos de ratos adultos em estudo, residiu no facto de um dos grupos ter recebido células de uma linhagem mutante em que a proteína HIF-1α não é funcional (variável independente), logo pretendeu-se estudar o efeito da inativação da proteína no crescimento de tumores (variável dependente).

17.3. Resposta **(B)**
Os resultados mostram que nos ratos mutantes (proteína inativa) o crescimento tumoral foi menor; verificou-se crescimento tumoral nos dois grupos em estudo; a formação de novos vasos sanguíneos não inibirá o crescimento do tumor (deverá estimulá-lo).

17.4. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- A proteína, quando ativa, leva a um aumento da vascularização do tumor em formação / à produção de novos vasos sanguíneos no tumor em formação;
- A maior vascularização permite uma maior eficiência no fornecimento de oxigénio (e nutrientes) às células;
- O metabolismo das células tumorais é, assim, assegurado, aumentando a possibilidade de sobreviverem e de se multiplicarem.

18.1. Resposta **(D)**
Um codão é um tripleto de bases do RNA que codifica um (e só um) aminoácido. O código genético não é ambíguo (um codão codifica sempre o mesmo aminoácido).

18.2. Resposta **(C)**
As figuras mostram que durante o processamento alternativo são removidos intrões e alguns exões. O RNA pré-mensageiro pode ser processado de formas distintas (removendo exões distintos) o que origina diferentes mRNA.

18.3. Resposta **(C)**
O texto refere que a partir de uma mesma sequência de DNA (gene) a célula pode produzir uma dezena de mRNA diferentes e que é graças a este processo que as células se distinguem umas das outras (se diferenciam) ajustando-se às circunstâncias. Todas as células do organismo têm o mesmo genoma.

18.4. Resposta **(A)**
Ver item 1. — Unidade 5.

18.5. Resposta **(B)**
As moléculas de DNA são complementares e antiparalelas.

18.6. Resposta **(D)**
As proteínas são sintetizadas por ribossomas localizados no RER, sendo transportadas para o complexo de Golgi, onde são processadas / modificadas; no Complexo de Golgi formam-se as vesículas de exocitose, que permitem a secreção das proteínas para o meio extracelular.

18.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- em diferentes células ocorre inibição/bloqueio da transcrição de diferentes genes;
- através do processamento alternativo ocorre a produção de diferentes moléculas de mRNA a partir de um mesmo gene;
- num e noutro processos ocorre a produção de conjuntos de proteínas diferentes, o que conduz à diferenciação celular.

19.1. Resposta **(A)**
O texto refere a destruição do RNA ou o impedimento da síntese proteica ao nível dos ribossomas, logo foi impedida a tradução (Ver item 1. — Unidade 5).

19.2. Resposta **(C)**
O texto refere que no cromossoma bacteriano são vários os genes (segmentos de DNA) que estão implicados na codificação de uma NRPS. A informação genética está contida no DNA.

19.3. Resposta: **(a) — (7); (b) — (6); (c) — (2); (d) — (1); (e) — (4)**

19.4. Resposta **(C)**
O item refere-se ao transporte ativo de iões (não se refere à difusão). O transporte ativo ocorre contra gradiente de concentração, logo é responsável pela diferença de tonicidade (concentração). A difusão contribui para a isotonia, pois ocorre a favor do gradiente de concentração.

19.5. Resposta **(B)**
As bactérias que vivem no intestino do Homem necessitam de uma fonte orgânica de carbono, logo são heterotróficas. Todas as bactérias heterotróficas obtêm o alimento por absorção.

19.6. Resposta **(D)**
O lactato é um produto da fermentação láctica. Neste processo, para que se regenere o NAD^+, por oxidação do NADH, o piruvato aceita eletrões (é reduzido), formando-se lactato. A fosforilação oxidativa ocorre na respiração celular. A fermentação é um processo com baixo rendimento energético.

19.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a sequência do genoma de *S. coelicor* permitiu a identificação de genes correspondentes a NRPS que não se exprimem;
• é necessário fazer exprimir os genes correspondentes a essas novas NRPS;
• a transferência desses genes para uma bactéria de fácil manipulação genética (*E. coli*), permite obter novos antibióticos / novos péptidos.

20.1. Resposta **(A)**
Trata-se de testar oligonucleótidos sintéticos de mRNA para investigar qual o aminoácido correspondente, portanto será a tradução. A replicação não é uma etapa da síntese proteica.

20.2. Resposta **(C)**
Os resultados da tabela mostram que, quando se adiciona DNAase (enzima que destrói o DNA) a radioatividade emitida é a mais elevada, logo foi incorporada muita fenilalanina marcada, o que evidencia que ocorreu bastante síntese proteica, logo para a síntese de um péptido, nas condições descritas, não é necessário DNA. Por outro lado, quando não se adicionam ribossomas, ATP ou poli-U regista-se pouca radioatividade, logo estes elementos são necessárias para a síntese proteica.

20.3. Resposta **(B)**
A informação utilizada na síntese de um péptido está nos codões, ou seja, sequência de três bases do mRNA (a informação do DNA não é utilizada diretamente, pois ocorre transcrição para o mRNA).

20.4. Resposta **(D)**
O texto refere que poli-U codifica a fenilalanina e que poli-A codifica a lisina. Os anticodões são complementares dos codões, portanto AAA e UUU. Em vez de timina o RNA tem uracilo (Ver item 6.1. — Unidade 5).

20.5. Resposta **(A)**
As proteínas intrínsecas que participam no transporte de substâncias formam canais hidrofílicos (com afinidade para a água). As bactérias são resistentes ao antibiótico, pois este não entra na bactéria. Como estas bactérias não têm porinas, pode inferir-se que a entrada do antibiótico se fará através de porinas, em células não mutantes.

20.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• no ensaio 5 registou-se uma menor emissão de radioatividade nas proteínas, devido à menor incorporação de fenilalanina marcada radioativamente;
• este efeito inibidor da síntese proteica provocará uma diminuição da proliferação de células do tumor, isto é, um menor crescimento dos tumores.

21.1. Resposta **(B)**
Os resultados mostram-nos que as aquaporinas passaram das vesículas para a membrana, quando as células foram submetidas ao tratamento com a ADH, portanto as aquaporinas aumentam a permeabilidade da membrana (a ADH aumenta a permeabilidade da membrana, possibilitando uma maior reabsorção de água e, portanto, a produção de menor quantidade de urina).

21.2. Resposta: ratos normais e ratos que não produzem ADH, ambos não submetidos a qualquer tratamento.

21.3. Resposta **(D)**
Os resultados mostram que os ratos que não produzem ADH, e que não foram tratados, têm uma quantidade de 0,5 de ADH; quando se utiliza o antagonista o valor permanece em 0,5, portanto não se regista alteração (não influencia). Por outro lado, nos ratos normais, quando tratados com antagonista a quantidade de AQP-2 passa para metade (de 1,0 para 0,5). A ligação de ADH aos recetores da membrana dos ratos normais não altera a quantidade de AQP-2 (permanecem com 1,0). A quantidade de AQP-2 não depende apenas da ligação da ADH, pois os ratos que não a produzem também a apresentam.

21.4. Resposta **(A)**
As aquaporinas intervêm no transporte membranar, logo são proteínas intrínsecas, que apresentam mobilidade e atravessam a dupla camada da membrana. Os transportes em que participam proteínas são mediados, como a difusão facilitada (Ver item 11.3. — Unidade 1).

21.5. Resposta **(B)**
A ingestão de sal torna o meio interno hipertónico. Para compensar esta alteração, o organismo aumentará a libertação de ADH, reabsorverá mais água e produzirá menos urina.

21.6. Resposta: **C, E, A, D, B**

21.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a linhagem de ratos que não produzem ADH apresenta menor quantidade de AQP-2 do que a dos ratos normais;

• quando se trata com ADH os ratos que não produzem AQP-2, verifica-se um aumento da quantidade de AQP-2 relativamente aos valores de referência para esta linhagem (ou relativamente aos valores apresentados na situação de tratamento com ADH para a linhagem de ratos normais); por outro lado, o tratamento com um antagonista de recetor de ADH, na linhagem de ratos que não produzem ADH, conduz à diminuição da quantidade de AQP-2, relativamente aos valores apresentados na situação de tratamento com ADH;
• deste modo, pode concluir-se que a ADH influencia a quantidade de AQP-2.

22.1. Resposta **(C)**
A fase X é a fase G1; a fase Z é a fase G2; durante a mitose a quantidade de DNA passa para o dobro na fase S (entre as fases G1 e G2) e para metade na anáfase.

22.2. 1— Metáfase; 2 — Anáfase

22.3. Resposta **(D)**
A letra Z identifica a fase G2; a letra Y identifica a fase S; a replicação do DNA é semiconservativa e ocorre na fase S.

22.4. Resposta **(A)**
No texto é referido que a progressão do ciclo celular é controlada pelas sucessivas ativação e inativação de diferentes complexos ciclina-CDK, dependentes da transcrição e da proteólise, respetivamente. A ciclina B promove a desorganização do invólucro nuclear, logo se esta se mantiver ativa o invólucro nuclear não se reorganiza pelo que a célula não consegue completar a mitose.

22.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a exposição a determinados tipos de radiação, como os raios UV, provoca a mutação de genes;
• as proteínas que impedem o desenvolvimento de cancros, controlando o ciclo celular, não são sintetizadas ou são disfuncionais;
• a falha nos mecanismos de controlo do ciclo celular conduz à multiplicação celular descontrolada, ou seja, ao desenvolvimento do cancro.

Unidade 6 — REPRODUÇÃO

1. Resposta: Afirmações a favor — **C, E, H**; Afirmações não conclusivas — **A, B, D, F, G**.

2. Resposta: **D, A, C, E, B**

3. Resposta: **C, B, A, E, D**

4. Resposta: **C, A, E, D, B**

5. Resposta: **(a) — (3); (b) — (6); (c) — (1); (d) — (8); (e) — (5)**

6. Resposta: **(a) — (3); (b) — (5); (c) — (2)**

7. Resposta: Verdadeiras — **A, C, F, G, H**; Falsas — **B, D, E**.

8. Resposta **(A)**
Se as sementes resultam de um processo de reprodução sexuada, então os descendentes são geneticamente distintos. As plantas reproduzem-se assexuadamente por multiplicação vegetativa.

9. Resposta **(B)**
O aumento da ploidia, ao aumentar o número de cromossomas, aumenta a quantidade de informação genética. A reprodução sexuada aumenta a diversidade genética dos indivíduos. Quanto maior for a diversidade genética, maior será a probabilidade de sobrevivência de uma população.

10. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• as batateiras irlandesas foram obtidas a partir da multiplicação vegetativa, de uma única variedade de batateiras, ou seja, por reprodução assexuada;
• este tipo de reprodução leva à produção de batateiras geneticamente idênticas;
• deste modo, todas as batateiras eram igualmente vulneráveis ao fungo que as infestou (a reduzida variabilidade genética das batateiras irlandesas não permitiu a sua sobrevivência perante a alteração das condições ambientais — infestação pelo fungo).

11.1. Resposta **(C)**
Os aminoácidos têm nitrogénio na sua composição. Os restantes compostos indicados não têm nitrogénio (Ver item 3. - Unidade 0).

11.2. Resposta **(B)**
O texto refere que os flavonoides induzem a transcrição de genes *nod* das bactérias, logo induzem a síntese de mRNA a partir de DNA, durante a transcrição.

11.3. Resposta **(C)**
Quando os nutrientes saem do floema, a pressão osmótica no floema diminui (fica mais hipotónico), pelo que a água tenderá a movimentar-se, por osmose, para uma zona mais hipertónica, como o xilema radicular (Ver itens 1. e 3. da Unidade 1).

11.4. Resposta **(A)**
O texto refere que a nitrogenase é facilmente danificada pelo oxigénio molecular, portanto a função da leg-hemoglobina será a de evitar a acumulação desse mesmo oxigénio. Este oxigénio é necessário para as reações catabólicas, como a respiração celular e não para as anabólicas.

11.5. Resposta **(D)**
As plantas têm ciclos de vida haplodiplontes. Neste tipo de ciclo de vida, formam-se esporos por meiose (meiose pré-espórica) e gâmetas por mitose. Nos ciclos de vida diplontes, como o do ser humano, os gâmetas formam-se por meiose (meiose pré-gamética). Nos ciclos de vida haplontes a meiose é pós-zigótica.

11.6. Resposta: Bipartição / reprodução assexuada / divisão binária / cissiparidade.

11.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- os seres autotróficos transformam carbono inorgânico (CO_2) em carbono orgânico (compostos orgânicos), através de processos como a fotossíntese e a quimiossíntese;
- os seres quimioheterotróficos aeróbios oxidam os compostos orgânicos produzidos pelos seres autotróficos, com a consequente produção de carbono inorgânico;
- deste modo o CO_2 é reposto na atmosfera e poderá ser novamente utilizado pelos seres autotróficos.

12.1. Resposta **(A)**
No diagrama I, as células T resultam de um processo de divisão nuclear que reduz a ploidia, em que ocorrem duas divisões consecutivas e em que uma célula origina quatro (meiose). No diagrama II, as células R sofrem meiose. Em ambos os diagramas, as células T são os gâmetas e as células R são os zigotos. No diagrama I a meiose é pré-gamética — ciclo diplonte; no diagrama II a meiose é pós-zigótica — ciclo haplonte.

12.2. Resposta **(D)**
A afirmação 1 é falsa — a entidade P no diagrama I, pertence à fase diploide e a entidade P no diagrama II, pertence à fase haploide; a afirmação 3 é falsa — na formação do zigoto (entidade R) ocorre a fusão de gâmetas, ou seja, há a junção (e não a separação) de homólogos (Ver item anterior).

12.3. Resposta: Verdadeiras — **A, B, D, G, H**; Falsas — **C, E, F**.

13.1. Resposta **(A)**
A meiose está representada pelo processo II e ocorre imediatamente após a formação do zigoto (pós-zigótica), logo o micélio é haploide (Ver itens 11.5. e 12.1. — Unidade 6).

13.2. Resposta **(B)**
Durante a meiose (processo II), através do *crossing-over* e da disjunção aleatória de cromossomas homólogos ocorre recombinação génica. O micélio, tal como os ascósporos é haploide; dado que as células precursoras dos ascósporos sofreram meiose, as hifas serão geneticamente distintas, mesmo que tenham tido origem no mesmo zigoto; a germinação dos ascósporos não implica nem meiose, nem fecundação, logo não altera a ploidia das células.

14.1. Resposta **(B)**
No texto é referido que o citrato é um composto intermediário do ciclo de Krebs, portanto é produzido durante a respiração celular. A primeira etapa da respiração celular, glicólise, ocorre no citoplasma. As restantes etapas ocorrem na mitocôndria.

14.2. Resposta **(C)**
As variáveis independentes em estudo são o tipo e a concentração de glúcidos. Os restantes fatores apresentados nas alternativas não variaram / permaneceram inalterados.

14.3. Resposta **(D)**
O ensaio 7 apenas continha o meio de cultura (polpa de citrinos seca — PC) sem adição de glúcidos.

14.4. Resposta **(A)**
Os resultados mostram que quando se adiciona 120 g/L de glucose a produção de citrato é de 432,4 g/Kg de PC e que quando se adiciona 240 g/L de glucose a produção de citrato é de 426,7 g/Kg de PC, pelo que podemos dizer que a partir de determinada concentração de glucose diminui a produção de citrato. Quando se utilizam concentrações de glucose superiores às de sacarose, a produção de citrato por vezes é maior e, por vezes, é menor (compare-se a produção quando se utiliza 240 g/L de glucose e quando se utiliza 216 g/L de sacarose); nunca aumenta mais de 50%, quando se duplica a concentração de sacarose; não é diretamente proporcional ao aumento de glucose, pois numa das vezes até diminui.

14.5. Resposta **(D)**
Os fungos, como por exemplo as leveduras ou os cogumelos, libertam enzimas digestivas nos substratos que colonizam. Estas enzimas simplificam os nutrientes, para que seja possível a sua absorção, logo a digestão é extracorporal e não há ingestão.

14.6. Resposta: **C, B, A, E, D**

14.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• a exposição à radiação UV induz mutações no DNA dos esporos, podendo surgir uma maior capacidade de produção de citrato pelos fungos;
• como o fungo se reproduz assexuadamente, por um lado, a característica adquirida / a maior capacidade de produção de citrato mantém-se por várias gerações e por outro, poderá obter-se elevado número de descendentes, com maior capacidade de reprodução de citrato, em pouco tempo.

15.1. Resposta **(C)**
O texto refere que a região merismática assegura o crescimento. Para o crescimento é necessário que ocorra divisão celular — divisão mitótica. A região meristemática não está relacionada com os processos de reprodução da alga. A meiose é um processo de divisão nuclear em que ocorre redução, para metade, da ploidia da célula e que está relacionado com os processos de reprodução sexuada (a fecundação duplica a ploidia).

15.2. Resposta **(A)**
O processo em que ocorre *crossing-over* é a meiose. A meiose é pré-espórica (ciclo haplodiplonte), logo origina esporos. Os esporos originam gametófitos que são haploides e pluricelulares. Os gametófitos produzem gâmetas, cuja união (fecundação) origina uma entidade diploide — o zigoto. O desenvolvimento do zigoto origina uma entidade pluricelular — o esporófito.

15.3. Resposta **(D)**
O esporófito resulta do desenvolvimento, através de divisões mitóticas, do zigoto, logo é geneticamente igual a este (Ver item anterior).

15.4. Resposta **(A)**
A observação da figura permite concluir que os gametófitos resultam de esporos distintos (Ver item 15.2. — Unidade 6).

15.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• as algas de grandes dimensões, de que *Macrocystis* é um exemplo, atingem grande profundidade, pelo que a taxa fotossintética varia ao longo do talo;
• nestas algas, torna-se fundamental o transporte de substâncias orgânicas das zonas superficiais para as zonas mais profundas;
• a presença de um estipe com células condutoras permite um transporte eficaz de substâncias orgânicas ao longo do talo/ da alga.

16.1. Resposta **(A)**
As trufas são fungos, logo são seres eucariontes heterotróficos.

16.2. Resposta **(A)**
A meiose ocorre imediatamente a seguir à formação do zigoto, logo é pós-zigótica (Ver item 12.1. — Unidade 6).

16.3. Resposta **(C)**
O processo II é a meiose, pois as células passam de 2*n* para *n* (Ver item 13.2. — Unidade 6), logo envolve fenómenos de recombinação genética; a hifa + tem a mesma ploidia que os esporos, pois entre estas duas entidades não ocorreu meiose ou fecundação; os esporos formam-se por meiose, logo entre cada esporo há diversidade genética, o mesmo acontecendo às hifas resultantes da germinação de esporos diferentes; os esporos germinam por mitose e, como são haploides, originam hifas também haploides (quando ocorre meiose/ fecundação é que se verifica alternância de fases nucleares).

16.4. Resposta: **C, E, D, A, B**

16.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
• as trufas frutificam debaixo da terra, o que dificulta a dispersão dos esporos;
• as mutações originaram compostos aromáticos que atraem os animais;
• ao ingerirem os esporos das trufas, os animais contribuem para a sua dispersão, pois estes esporos não são digeridos pelos seus sistemas digestivos.

17.1. Resposta **(A)**
O texto refere que a população do inseto não é controlada de forma natural, logo não tem predadores. A hibridação entre castanheiros produz variedades resistentes.

17.2. Resposta **(B)**
O texto refere que as variedades resistentes resultam do cruzamento entre *Castanea sativa* e *Castanea crenata*, logo entre espécies distintas. A troca de material genético entre espécies distintas aumenta a variabilidade.

17.3. Resposta **(A)**
Ver item 11.5. — Unidade 6.

17.4. Resposta **(D)**
O texto refere que aquelas vespas são formadas por partenogénese — processo de reprodução assexuada em que um ser se desenvolve a partir de um óvulo (gâmeta feminino não fecundado). Se o processo é assexuado, então os novos seres são clones (têm a mesma constituição genética).

17.5. Resposta **(C)**
As diversas estruturas formam-se por diferenciação celular, que ocorre a partir de células indiferenciadas (Ver item 14. — Unidade 5).

17.6. Resposta **(C)**
O processo de divisão nuclear que conduz à formação da larva é a mitose. Na prófase ocorre a condensação da cromatina. O emparelhamento de homólogos ocorre apenas na meiose; a replicação do DNA ocorre na fase S; a separação dos cromatídeos ocorre na anáfase.

17.7. Resposta **(B)**
As larvas alimentam-se de matéria orgânica. As plantas produzem matéria orgânica / açúcares nas folhas (fotossíntese); a matéria orgânica (que faz parte da composição da seiva floémica) é transportada no floema; o xilema transporta, fundamentalmente, água e sais minerais.

17.8. Resposta: **[A], C, F, D, E, B**

17.9. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a alimentação intensa, durante a primavera, permite que a larva obtenha uma grande quantidade de nutrientes;
- a existência de um grande número de espiráculos (abertura das traqueias na superfície corporal), possibilita a obtenção de grandes quantidades de oxigénio, facilitando a difusão direta deste gás;
- é necessário que a larva obtenha grandes quantidades de energia e que aumente o seu metabolismo, para que se possa transformar em inseto adulto.

18.1. Resposta **(C)**
No estudo apresentado variou-se a alimentação fornecida (variável independente), observando-se o crescimento de colónias. A espécie utilizada e o MM não variaram. (Ver item 21.1. — Unidade 3)

18.2. Resposta **(D)**
Os ensaios 2 e 4 são ensaios em que apenas se utiliza o MM. Estes ensaios comprovam, respetivamente, que a estirpe A e a B, não crescem em MM.

18.3. Resposta **(C)**
O ensaio 3 mostra que a estirpe B cresce em MM suplementado com treonina e com leucina, logo estes são os aminoácidos que a estirpe não é capaz de produzir. A estirpe A não é capaz de produzir metionina nem biotina, tal como evidencia o ensaio 1.

18.4. Resposta **(A)**
No texto é referido que as estirpes utilizadas são mutantes, portanto apresentam alterações no DNA. Estas alterações provocarão, por força da transcrição, alterações no RNA. As enzimas são prótidos, logo são constituídas por aminoácidos. A sequência desses aminoácidos está inscrita no mRNA.

18.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- os ensaios 2 e 4, respetivamente, mostram, que a estirpe A e a estirpe B, isoladamente, não crescem em MM;
- o ensaio 6, mostra que a estirpe A e a estirpe B cultivadas em conjunto crescem em MM, inferindo-se que trocaram material genético.

Unidade 7 — EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

1. Resposta **(B)**
O modelo endossimbiótico admite que as células eucarióticas teriam resultado da incorporação de organismos procariontes, por outros procariontes, ocorrendo endossimbiose (simbiose em que um ser vive no interior do outro). O DNA das mitocôndrias é semelhante ao das bactérias (e distinto do DNA nuclear dos eucariontes), o que constitui um argumento a favor deste modelo. O modelo autogenético defende que os eucariontes terão surgido através de invaginações e posterior especialização da membrana celular de procariontes.

2. Resposta **(A)**
Os organelos referidos seriam procariontes com vida autónoma. Os cloroplastos são responsáveis pela fotossíntese (os seus ancestrais seriam procariontes fotossintéticos). As três últimas etapas da respiração celular (aeróbia) ocorrem na mitocôndria (os seus ancestrais seriam procariontes aeróbios). Ver item anterior.

3. Resposta **(B)**
A pluricelularidade permitiu o crescimento dos organismos e implicou especialização celular, ou seja, maior diferenciação celular. Os seres pluricelulares têm menor taxa metabólica, maior organização celular, diversas estruturas especializadas nas trocas e interações com o meio e no transporte de substâncias, o que lhes confere maior independência em relação ao exterior.

4. Resposta **(B)**
A comparação de sequências de genes constitui argumentos bioquímicos da evolução. O darwinismo não esclarece quais os mecanismos responsáveis pela variabilidade nos seres vivos, nem quais os mecanismos responsáveis pela transmissão dessas diferentes características de uma geração para a outra, pois os genes ainda não eram conhecidos. O neodarwinismo introduz, na teoria proposta por Darwin, os conhecimentos sobre genética (gene, mutações, recombinação génica).

5. Resposta **(C)**
Ver item anterior.

6. Resposta **(C)**
Estruturas análogas são aquelas que, tendo origens diferentes e sendo anatomicamente distintas, apresentam função idêntica. Estas estruturas surgem como resultado de processos de evolução convergentes (idênticas pressões seletivas). Estruturas homólogas são aquelas que têm a mesma origem embrionária, sendo anatomicamente semelhantes, no entanto apresentam aspetos exteriores distintos e desempenham, geralmente, funções diferentes. Estas estruturas resultam de processos de evolução divergentes (diferentes pressões seletivas).

7. Resposta **(C)**
A afirmação 1 é verdadeira — os indivíduos de uma população apresentam diferenças, e alterações ambientais bruscas poderão selecionar os indivíduos que estejam melhor adaptados às novas condições; a afirmação 2 é verdadeira — as condições ambientais distintas selecionam indivíduos distintos. Ao longo do tempo, a reprodução diferencial levará à acumulação de características adequadas a cada uma das condições ambientais, logo características distintas; a afirmação 3 é falsa — se a população apresentar elevada variabilidade é provável que, perante uma alteração brusca, alguns indivíduos possam estar adaptados, sendo capazes de sobreviver. A homogeneidade genética terá o efeito inverso.

8. Resposta **(A)**
Se ocorre um maior número de mutações, então aumentará a probabilidade de surgirem mutações favoráveis. Os clones são seres geneticamente iguais. As mutações originam seres geneticamente distintos, introduzem alterações; as mutações não eliminam conjuntos de genes. Num determinado ambiente umas mutações serão benéficas, sendo selecionadas, e outras serão prejudiciais (não sendo selecionadas). Não há relação entre a taxa de mutações (no geral) e a taxa de síntese proteica.

9. Resposta **(D)**
De acordo com o neodarwinismo, as mutações são a fonte primária da diversidade genética, ou seja, as mutações são as responsáveis pelo aparecimento de novas características (Ver itens 4. e 6. — Unidade 7).

10.1. Resposta **(C)**
A árvore mostra-nos que *Neurospora crassa* e *Neurospora intermedia* têm o mesmo ancestral, logo apresentam grande afinidade filogenética; *Neurospora sitophila* apresenta um ancestral comum com *Neurospora intermedia* mais longínquo do que com *Neurospora tetrasperma*, logo *Neurospora sitophila* terá um maior número de estruturas homólogas comuns com *Neurospora tetrasperma*; *Neurospora discreta* é a espécie mais antiga (Ver item 6 — Unidade 7).

10.2. Resposta **(D)**
Ver itens 4. — Unidade 7.

11. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- segundo a hipótese endossimbiótica, procariontes de vida livre foram endocitados por procariontes de maiores dimensões, com quem estabeleceram uma relação de endossimbiose;
- as mitocôndrias atuais evoluíram a partir de procariontes de vida livre endocitados, com capacidade de realizar a respiração aeróbia.

12. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a endossimbiose entre procariontes conduziu ao aparecimento de células eucarióticas;
- os seres eucariontes terão constituído associações coloniais, ou seja, a associação entre seres eucariontes terá conduzido ao aparecimento de colónias;
- nas colónias foi ocorrendo uma progressiva especialização celular, ou seja, as células foram-se diferenciando, estabelecendo uma interdependência funcional, o que conduziu ao aparecimento de seres multicelulares.

13. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- de acordo com o modelo autogénico, os organitos membranares resultaram da reorganização de um sistema de membranas existente num ancestral comum aos eucariontes;
- este modelo não explica a existência de DNA, com características semelhantes ao que existe nos procariontes, em organitos citoplasmáticos (mitocôndrias) de células eucarióticas, sendo este facto um argumento contra o modelo autogénico;
- a existência de continuidade morfológica e funcional entre a membrana plasmática e o invólucro nuclear pode ser explicada pela invaginação da membrana plasmática de um ancestral comum aos eucariontes, sendo esse facto um argumento a favor do modelo autogénico.

14. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- os ambientes desérticos exercem o mesmo tipo de pressões seletivas sobre grupos de animais distintos;
- em cada geração, são privilegiados os indivíduos que apresentam características que os tornam mais aptos nestes meios;
- ao longo do tempo e em ambientes idênticos, grupos diferentes podem evoluir de forma semelhante, apresentando na atualidade estruturas anatómicas semelhantes.

15. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a formação de ilhas conduz a uma diversificação de ambientes;
- em cada ambiente ocorrem pressões seletivas diferentes, ou seja, os indivíduos selecionados são diferentes de acordo com o ambiente em que estão inseridos, deste modo verifica-se uma diversificação de formas de vida.

16. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- entre os indivíduos de uma população ancestral de formigas cortadeiras, existia variabilidade relativamente à capacidade de detetar inseticidas e fungicidas;
- ao depararem/contactarem com plantas produtoras de substâncias com características inseticidas e fungicidas, as formigas que foram capazes de as detetar sobreviveram porque não as escolheram;
- ao sobreviverem, as formigas portadoras dessas características reproduziram-se e originaram um número cada vez maior de indivíduos capazes de selecionar as plantas inofensivas.

17. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- na população ancestral (de gaivotas) existia variabilidade intraespecífica, havendo indivíduos portadores de uma estrutura capaz de excretar o excesso de sais em circulação sanguínea;
- a variabilidade genética resultou de mutações e de recombinação génica;
- a procura de alimentos em ambiente marinho fez com que os indivíduos / conjuntos génicos portadores destas estruturas fossem os selecionados e sofressem reprodução diferencial.

18.1. Resposta: Verdadeiras — **A, C, D, G, H**; Falsas — **B, E, F**.

18.2. Resposta **(C)**
O texto refere que, no estudo II, se verificou que as plantas dos canteiros urbanos produziam um número de sementes pesadas significativamente maior, logo com menor capacidade de dispersão.

18.3. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a produção de maior número de sementes pesadas nas populações urbanas de *Crepis sancta*, embora diminua a dispersão, aumenta a capacidade de germinação, o que lhe permite a sobrevivência;
- as populações urbanas podem desaparecer por possuírem menor variabilidade genética uma vez que, em cada canteiro, resultam de sementes de um conjunto restrito de plantas muito semelhantes (plantas-mãe), que se reproduzem por autofecundação.

19.1. Resposta **(B)**
O texto refere que as aranhas submetidas a dióxido de carbono puro emergiram mais frequentemente e construíram mais sinos de ar (do que as dos outros dois grupos), logo pode supor-se que as aranhas detetam variações do dióxido de carbono. A fibroína é uma proteína utilizada na construção dos sinos de ar.

19.2. Resposta **(A)**
Durante a respiração celular aeróbia consome-se oxigénio e liberta-se dióxido de carbono. A diminuição do teor de oxigénio está relacionada com a maior produção de ATP (Ver item 3 - Unidade 3).

19.3. Resposta **(D)**
(Ver itens 1. e 6.3. — Unidade 5).

19.4. Resposta **(A)**
(Ver item 16.1. — Unidade 2).

19.5. Resposta **(A)**
Para Darwin, as populações apresentam variações naturais entre os indivíduos que as constituem. Estas variações são transmissíveis aos descendentes. A evolução é o resultado da seleção natural, provocada pela luta pela sobrevivência de indivíduos mais aptos. Estes sobrevivem e reproduzem-se de forma diferencial, alterando, ao longo do tempo, as características dos indivíduos da população. Lamarck refere a necessidade de adaptação individual, por uso/desuso de órgãos.

20.1. Resposta **(C)** (Ver itens 1. e 5.3. — Unidade 5).

20.2. Resposta **(B)**
O texto refere que o regime alimentar do progenitor modifica o metabolismo dos lípidos da sua descendência e que estas mudanças são acompanhadas por mudanças da cromatina. Para que as mudanças passem para a descendência terão de ocorrer nas células germinativas (reprodutoras).

20.3. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- as condições ambientais, designadamente o regime alimentar dos progenitores, alteraram o estado da cromatina, influenciando a expressão dos genes;
- o estado da cromatina provocou uma alteração no metabolismo dos lípidos, ou seja, levou à aquisição de um nova característica;
- a transmissão da característica adquirida à descendência está de acordo com a teoria lamarckista.

21.1. Resposta **(A)**
A dupla hélice é constituída por duas cadeias antiparalelas de DNA que se ligam entre si através das bases nitrogenadas.

21.2. Resposta **(C)**
O texto refere que a estirpe utilizada expressa um transportador membranar capaz de incorporar estas bases. Os transportadores membranares são proteínas (Ver item 6. Unidade 1).

21.3. Resposta **(D)**
As novas bases nitrogenadas entram apenas na constituição do DNA. O texto refere que os cientistas ainda têm de modificar os mecanismos de tradução, para que ocorra incorporação de aminoácidos sintéticos.

21.4. Resposta **(C)**
A + T = 46%; C + G = 50%, logo a soma das novas bases dará 4%.

21.5. Resposta **(D)**
(Ver item 18.1. — Unidade 5).

21.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a introdução de novas bases, tal como as mutações, conduz a alterações do DNA;
- deste modo, verifica-se um aumento da variabilidade genética da bactéria *E.coli*, ou seja, o aparecimento de novas características;
- as novas características poderão possibilitar às bactérias uma maior adaptação ao meio ambiente, conduzindo à sua seleção e consequente reprodução diferencial, ou seja, haverá uma preponderância da descendência destas bactérias relativamente àquelas que não apresentam as novas características (que não sofreram mutações ou que não possuem novas bases);
- deste modo, vai ocorrendo alteração do fundo genético da população de bactérias, ou seja, vai-se alterando a frequência de determinados genes na população, o que conduzirá a evolução da espécie bacteriana.

22.1. Resposta **(A)**
No texto é referido que o aminoácido L-canavanina pode ser incorporado nas proteínas, em substituição da L-arginina, pois a enzima responsável pela ligação deste ao tRNA não reconhece a diferença. Se o tRNA que transporta a L-canavanina se liga no mesmo local que o tRNA da L-arginina, que será complementar do codão do mRNA, então os dois tRNA terão de ter os mesmos anticodões. Os tRNA são formados pelos mesmos 4 tipos de nucleótidos e apresentam estruturas semelhantes.

22.2. Tradução

22.3. Resposta **(B)**
No texto é referido que as leguminosas produzem metabolitos secundários tóxicos e que o aminoácido L-canavanina pode ser incorporado nas proteínas, em substituição da L-arginina, logo as novas proteínas terão o mesmo número de aminoácidos e uma estrutura (primária) modificada, pois apresentam diferença na sequência de aminoácidos.

22.4. Resposta **(D)**
Os afídios são insetos, portanto o modo de nutrição é por ingestão. A seiva que contém substâncias orgânicas é a seiva elaborada ou floémica.

22.5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- as populações de insetos apresentavam variabilidade, existindo indivíduos capazes de resistir ao aminoácido L-canavanina;
- o aparecimento de leguminosas que sintetizam o aminoácido L-canavanina levou à seleção natural e à sobrevivência diferencial de insetos capazes de metabolizar esse aminoácido;
- a reprodução diferencial de insetos capazes de metabolizar o aminoácido L-canavanina levou ao desenvolvimento das populações desses insetos.

23.1. Resposta **(A)**
No texto é referido que o 1.° tipo de organismos corresponde a colónias de algas e o 2.° tipo a embriões de animais. As células vegetais têm parede celular, característica que as distingue das animais. As células animais não têm cloroplastos. Ambas as células têm vacúolos e núcleo.

23.2. Resposta **(C)**
A separação entre estes dois tipos de células obriga a que ocorra diferenciação celular, resultante da regulação da transcrição. Num organismo todas as células têm o mesmo
genoma. A regulação génica depende de fatores do meio (Ver item 12. — Unidade 5).

23.3. Resposta **(A)**
O processo divisão celular referido no tronco é a meiose.
A afirmação 1 é falsa — as células-filhas têm metade do número de cromossomas da célula-mãe; a afirmação 2 é verdadeira — a recombinação génica é inerente à meiose; a afirmação 3 é falsa — ocorrem duas divisões celulares, reducional e equacional.

23.4. Resposta **(B)**
No texto é referido que Volvoxé uma colónia de algas unicelulares haploides (entidade adulta), logo a meiose será pós-zigótica — ciclo de vida haplonte. Nos ciclos de vida haplodilontes a meiose é pré-espórica.

23.5. Resposta **(D)**
O texto refere que foi feito o estudo de fósseis (argumentos paleontológicos), comparando-se
a sua forma com as formas celulares atuais (argumentos citológicos).

23.6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- a existência de fósseis semelhantes a colónias do género *Volvox* e de fósseis semelhantes a embriões de animais no mesmo estrato (ou com a mesma idade, ou da mesma época) indicia duas vias para o aparecimento da multicelularidade;
- os microfósseis semelhantes a colónias do género *Volvox* podem constituir uma etapa do aparecimento dos seres multicelulares semelhantes a plantas, ou seja, autotróficos fotossintéticos;
- os microfósseis semelhantes a embriões de animais podem constituir uma etapa para o aparecimento dos seres multicelulares semelhantes a animais ou a fungos, ou seja, heterotróficos.

23.7. A resposta deve abordar três dos seguintes tópicos:
- aumento da dimensão do ser;
- redução da taxa metabólica ou maior eficácia na utilização de energia;
- aparecimento de tecidos ou órgãos especializados, ou seja da especialização ou diferenciação;
- maior independência em relação ao ambiente.

Unidade 8 — SISTEMÁTICA DOS SERES VIVOS

1. Resposta **(B)**
Os seres vivos são classificados em sete grupos hierárquicos — categorias taxonómicas ou *taxa* (plural). A categoria taxonómica ou *taxon* (singular) mais abrangente (com o maior número de indivíduos) é o reino, seguindo-se, por ordem decrescente de abrangência, o filo, a classe, a ordem, a família, o género e a espécie. De acordo com as regras básicas de nomenclatura científica dos seres vivos, cada espécie apresenta nomenclatura binominal, em que o primeiro nome, escrito em maiúsculas, corresponde ao género, o segundo nome é um restritivo (epíteto) específico (sem significado taxonómico), escrito em minúsculas; a espécie é designada pelos dois nomes anteriores (género e restritivo específico). Estes termos são escritos em itálico (em formato digital) e devem ser sempre sublinhados quando manuscritos (escritos à mão).
Taxoplasma gondi e *Sarcocystis sp*. pertencem à mesma família, logo pertencem à mesma ordem, à mesma classe, ao mesmo filo e ao mesmo reino. Um dos parasitas pertence ao género *Taxoplasma* e o outro ao género *Sarcocystis*.

2. Resposta **(A)**
Ver item 1. — Unidade 8.

3. Resposta **(D)**
Ver item 1. — Unidade 8.

4. Resposta **(D)**
Ver item 1. — Unidade 8.

5. Resposta **(C)**
Ver item 1. — Unidade 8.

6. Resposta **(B)**
O reino Protista inclui seres que apresentam mobilidade e nutrição por ingestão; os seres do reino Animalia apresentam diferenciação tecidular elevada (tal como as plantas) e são seres heterotróficos; o Reino Fungi inclui seres eucariontes e apresentam nutrição por absorção; as plantas e os animais são seres multicelulares com tecidos especializados.

7. Resposta **(C)**
Todas as bactérias são seres procariontes e pertencem ao reino Monera (Ver item 7. — Unidade 8).

8. Resposta **(C)**
As bactérias heterotróficas (também há bactérias autotróficas) alimentam-se sempre por absorção (Ver item 6. — Unidade 8).

9. Resposta **(C)**
Os protozoários são protistas unicelulares (Ver item 6. — Unidade 8).

10. Resposta **(C)**
Ver item 6. — Unidade 8.

11. Resposta **(B)**
A parede celular das bactérias não é celulósica (é tipicamente constituída por peptidoglicano — polissacarídeo ligado a proteínas), como a das plantas; a composição química do DNA é universal, ou seja, todos os seres vivos apresentam DNA com a mesma composição química; todas as células apresentam membrana celular e só as células eucarióticas apresentam mitocôndrias; os cloroplastos só estão, tipicamente presentes nas células das algas (Protistas) e das plantas e os ribossomas estão presentes nas células de todos os seres vivos.

12. Resposta **(C)**
As algas e as plantas são constituídas por células eucarióticas; são seres autotróficos por fotossíntese; as algas apresentam reduzida diferenciação tecidular e as plantas apresentam tecidos especializados; quer as algas quer as plantas são seres produtores.

13. Resposta **(C)**
Ver item 6. — Unidade 8.

14. Resposta **(B)**
Quanto ao modo de interação nos ecossistemas os seres vivos podem ser produtores, microconsumidores ou macroconsumidores. As algas são produtores. As características constantes das opções (A) e (C) referem-se a outros critérios subjacentes ao Sistema de Classificação de Whittaker, nomeadamente, nível de organização e número de células.

15. Resposta **(B)**
A referida proposta separa os seres procariontes em dois domínios (Bacteria e Archaea), facto que se justifica pelo reconhecimento das diferenças (genéticas) entre esses dois grupos de procariontes. Todos os seres eucariontes foram incluídos num só domínio (Eukarya).

16. Resposta: **(a) — (5); (b) — (2); (c) — (3)**

17. Resposta **(A)**
Quanto à fonte de energia que utilizam, os seres vivos classificam-se como:
- Fototróficos — se utilizam energia luminosa no fabrico de compostos orgânicos;
- Quimiotróficos — se utilizam a energia da oxidação de compostos químicos para sintetizar compostos orgânicos.

Quanto à fonte de carbono que utilizam, os seres vivos classificam-se como:
- Autotróficos — se utilizam compostos inorgânicos (CO_2, por exemplo);
- Heterotróficos — se utilizam compostos orgânicos.

Assim, os seres podem ser fotoautotróficos (plantas, algas e algumas bactérias), fotoheterotróficos (algumas bactérias), quimioautotróficos (algumas bactérias) e quimioheterotróficos (animais, fungos e a maioria das bactérias).
As bactérias quimioautotróficas utilizam energia da oxidação de compostos químicos e dióxido de carbono para a síntese de moléculas orgânicas.

18. A resposta deve abordar três dos seguintes tópicos:
- tipo de células/nível de organização celular: as bactérias são procariontes e os peixes são eucariontes;
- número de células/nível de organização celular: as bactérias são unicelulares e os peixes são multicelulares;
- tipo de nutrição: as bactérias endossimbióticas alimentam-se por absorção e os peixes alimentam-se por ingestão;
- interação nos ecossistemas: as bactérias endossimbióticas são microconsumidores e os peixes são macroconsumidores.

19.1. Resposta **(C)**
A figura representa uma árvore filogenética construída a partir da análise de compostos químicos (pigmentos fotossintéticos). Os sistemas de classificação verticais baseiam-se nas relações evolutivas (filogenéticas) entre os seres vivos, tendo em conta o fator tempo; os sistemas horizontais não têm em conta o fator tempo, nem as relações filogenéticas entre os seres vivos.

19.2. Resposta **(B)**
As plantas e as algas verdes possuem clorofila *b* e as algas castanhas possuem clorofila *c* (todas as algas possuem clorofila *a*); as plantas apresentam um ancestral comum mais próximo com as algas verdes do que com as algas castanhas.

19.3. Resposta **(D)**
Os organismos procariontes são sempre unicelulares; os organismos autotróficos multicelulares podem ser incluídos no reino Plantae ou no reino Protista, dependendo da sua diferenciação tecidular (Ver itens 6. e 12. — Unidade 8).

20. Resposta **(C)**
Ver item 6. — Unidade 8.

21. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- as bactérias heterotróficas utilizam como fonte de carbono a matéria orgânica que decompõem;
- nos ecossistemas naturais, os restos dos seres vivos são utilizados pelas bactérias heterotróficas, permitindo a reciclagem da matéria inorgânica, a partir da matéria orgânica.

22.1. Resposta **(A)**
As representações filogenéticas traduzem a relação evolutiva entre seres vivos; baseiam-se em características comuns, com a mesma origem embrionária, a mesma organização estrutural (plano anatómico) e com posição relativa semelhante, podendo ou não desempenhar a mesma função — estruturas homólogas; estas estruturas são interpretadas como resultantes da atuação de pressões seletivas diferentes, traduzindo uma evolução divergente.
As estruturas análogas apresentam diferente origem embrionária e diferente organização estrutural, mas desempenham funções semelhantes; resultaram da atuação de pressões seletivas semelhantes, traduzindo uma evolução convergente.

22.2. Resposta **(D)**
Ver item 22.1. — Unidade 8.

22.3. Resposta **(B)**
A espécie D partilha um ancestral comum (representado pelo círculo branco) mais próximo com a espécie E do que com a espécie B.

22.4. Resposta **(B)**
Elysia chlorotica apresenta uma característica (presença de cloroplastos que adquire de uma alga que ingere) que lhe confere a capacidade de produzir matéria orgânica (vantagem evolutiva); este molusco quando perde os cloroplastos deixa de realizar a fotossíntese.

22.5. Resposta **(C)**
O texto refere que o molusco *Elysia chlorotica* consome uma alga, cujos cloroplastos conserva durante dez meses. O núcleo das células do molusco adquiriu alguns dos genes nucleares da alga, responsáveis pela codificação da maior parte das proteínas dos cloroplastos. Para que os cloroplastos se mantenham funcionais no molusco, precisam de proteínas codificadas pelo genoma do molusco, permitindo a síntese de clorofila.
Os pigmentos fotossintéticos são produzidos a partir de genes do núcleo da alga, que foram incorporados pelo molusco; a alga depois de ingerida é destruída pelo molusco; uma vez que os cloroplastos permanecem ativos por cerca de dez meses, o molusco torna-se autotrófico, utilizando matéria inorgânica (CO_2) como fonte de carbono; ao perder os cloroplastos, o molusco perde a capacidade fotossintética.

22.6. Resposta **(B)**
O texto refere que Lynn Margulis defende que uma das forças primárias da evolução é a simbiose, dando origem a fusões de genomas e ao aparecimento de novas espécies. A combinação genética resultante da fusão de gâmetas corresponde à reprodução sexuada; a simbiose corresponde à fusão de células não gaméticas — células somáticas; no processo de reprodução assexuada não ocorre fusão de células.

22.7. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
- de acordo com o neodarwinismo, existe variabilidade causada por mutações e por recombinação génica (reprodução sexuada / meiose e fecundação) entre os seres vivos de uma população;
- segundo Lynn Margulis, a existência de variabilidade entre os seres vivos é promovida por processos de endossimbiose, de transferência de genes e de fusão de genomas;
- a maior variabilidade genética na população permite maior capacidade de adaptação ao ambiente em mudança.

FIM